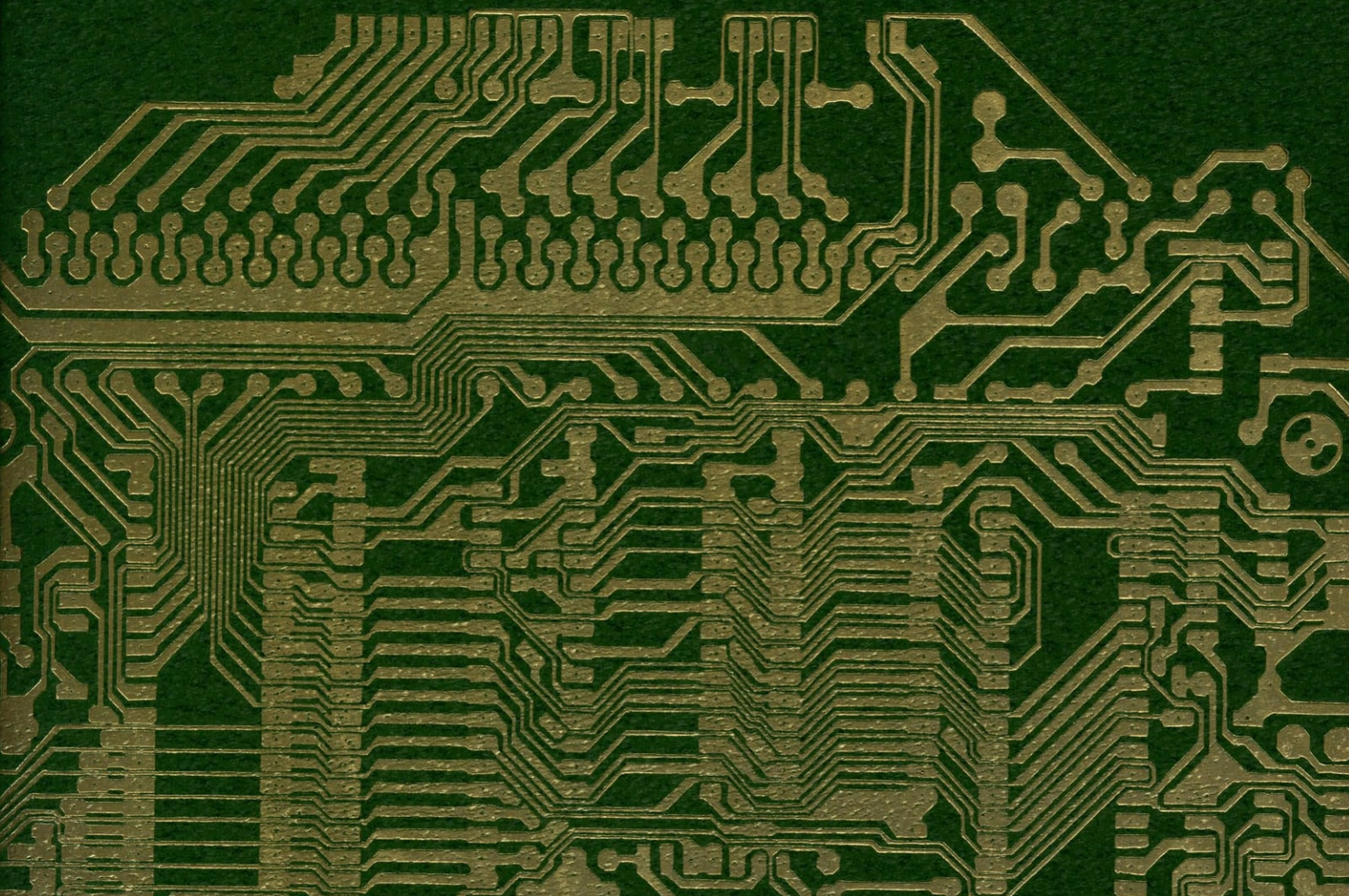
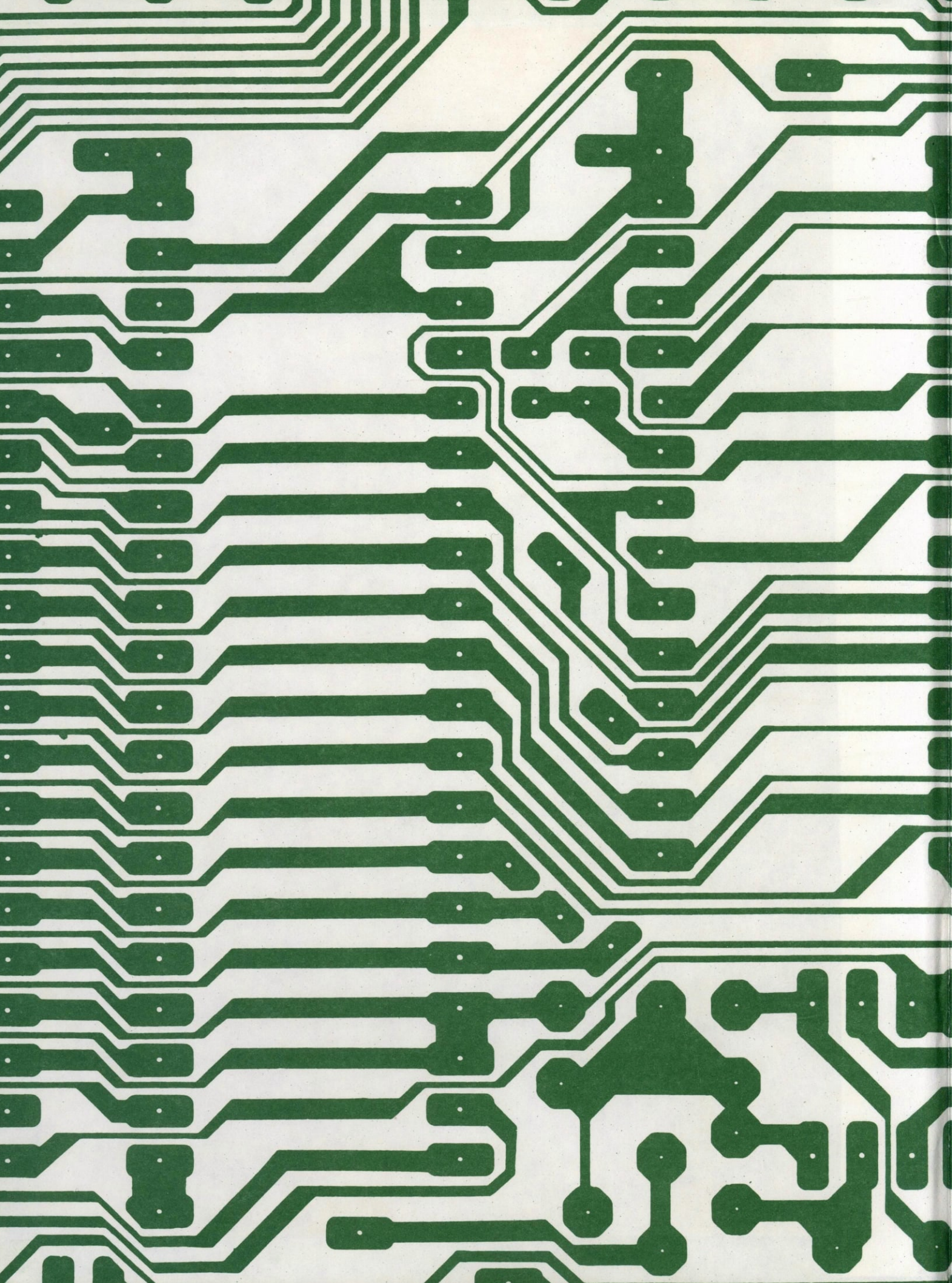
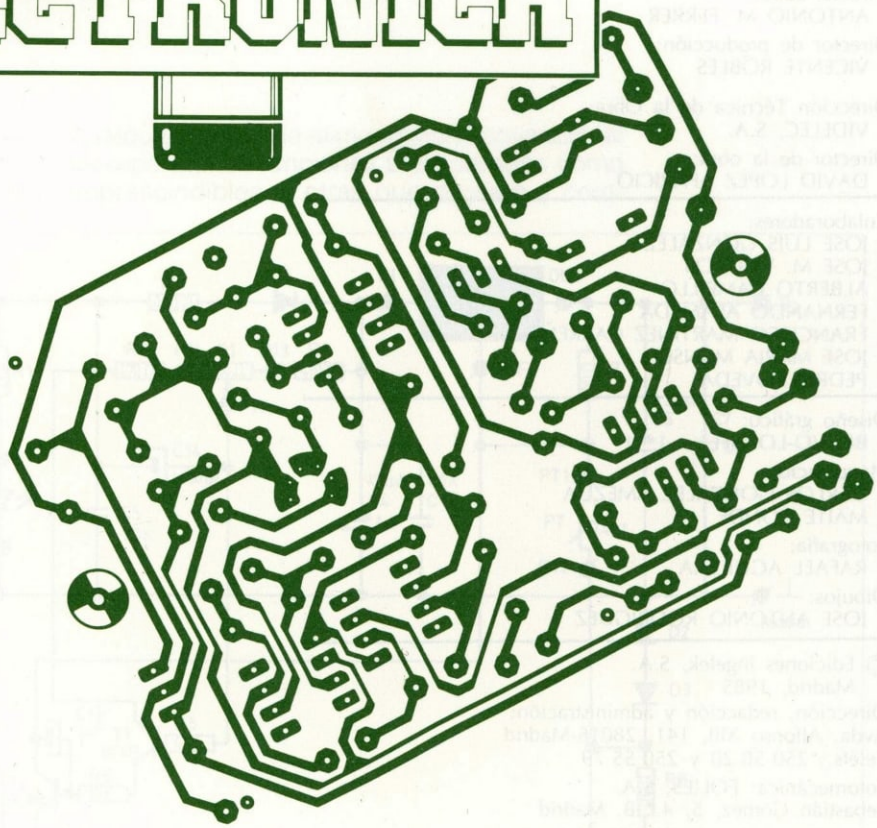
# Taller de ELECTRONICA 2





# Taller de ELECTRONICA



INGELEK

Una publicación

**EDICIONES INGELEK, S.A.**

Director-editor:
ANTONIO M. FERRER

Director de producción:
VICENTE ROBLES

Dirección Técnica de la Obra:
VIDELEC, S.A.

Director de la obra:
DAVID LOPEZ APARICIO

Colaboradores:
JOSE LUIS GONZALEZ
JOSE M. VILLOCH
ALBERTO CAMPILLO
FERNANDO ALAMEDA
FRANCISCO MARTINEZ CARREÑO
JOSE MARIA MANSO
PEDRO POVEDA

Diseño gráfico:
BRAVO-LOFISH

Maquetación
CARLOS GONZALEZ AMEZUA
MAITE CONDE

Fotografía:
RAFAEL AGUILERA

Dibujos:
JOSE ANTONIO RODRIGUEZ

© Ediciones Ingelek, S.A.
Madrid, 1985

Dirección, redacción y administración:
Avda. Alfonso XIII, 141, 28016-Madrid
Teléfs.: 250 58 20 y 250 55 79

Fotomecánica: FOLIES, S.A.
Sebastián Gómez, 5, 4.º B. Madrid

Fotocomposición: ANDUEZA, S.A.
San Romualdo, 26. Madird

Impresión: GRAFICAS REUNIDAS, S.A.
Avda. Aragón, 56. Madrid

ISBN tomo primero: 84-85831-27-6
ISBM tomo segundo: 84-85831-28-4
ISBN tomo tercero: 84-85831-29-2
ISBN tomo cuarto: 84-85831-30-6
ISBN de la obra: 84-85831-25-X

Depósito Legal: M. 31.795-1985
Printed in Spain

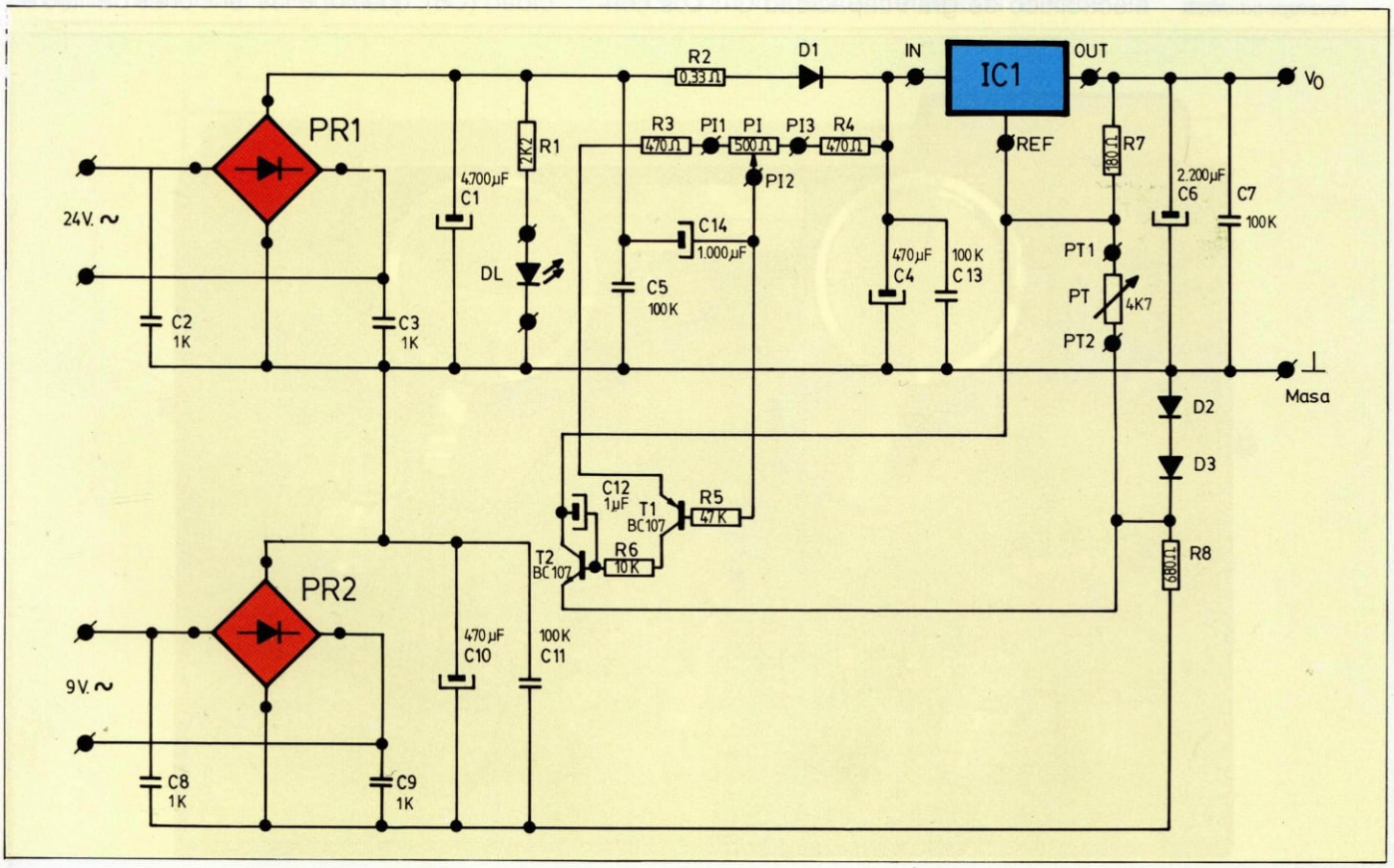
Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra sin permiso escrito del editor

# FUENTE DE ALIMENTACION

**DIFICULTAD:** ☆
**COSTO:** ○○
**TIEMPO:** □□

*Una fuente de alimentación es uno de los instrumentos más necesarios para un laboratorio o taller de electrónica, siempre que tenga unas características de regulación de tensión y corriente adecuadas para cubrir las necesidades mínimas de trabajo. La gran mayoría de los equipos disponen de su propio sistema de alimentación, pero muchas veces, por falta de fiabilidad de éste o por seguridad, y para no correr el riesgo de producir sobrecargas, es preciso recurrir a una fuente independiente, estabilizada, con limitación de corriente, pudiendo además variar la tensión y la corriente de salida dentro de unos márgenes permisibles.*

El equipo que pasamos a describir está preparado para trabajar como fuente de tensión continua regulable de laboratorio; como cualquier fuente de alimentación convencional incorpora unas funciones consideradas como imprescindibles, y otras que mejoran y com-




*Esquema eléctrico de la fuente de alimentación regulable para laboratorio.*

plementan el circuito básico.

Las funciones imprescindibles son principalmente cinco, a saber:

1. Adaptación de la red a los niveles necesarios.
2. Rectificación de la tensión alterna.
3. Filtrado de la corriente continua obtenida.
4. Ajuste de la tensión de salida por medio de un estabilizador regulable.
5. Protección de sobretensiones y cortocircuitos.

A estas funciones hemos añadido dos muy importantes, para obtener una tensión y corriente continua muy perfectas, que son:

1. Filtrado adicional.
2. Regulación y limitación de intensidad.

Cumpliendo todas estas funciones, nuestra fuente es capaz de regular la tensión de salida entre 0 y 25 V; además, la corriente de salida es regulable entre 200 mA y 2 A.

## Funcionamiento de la fuente

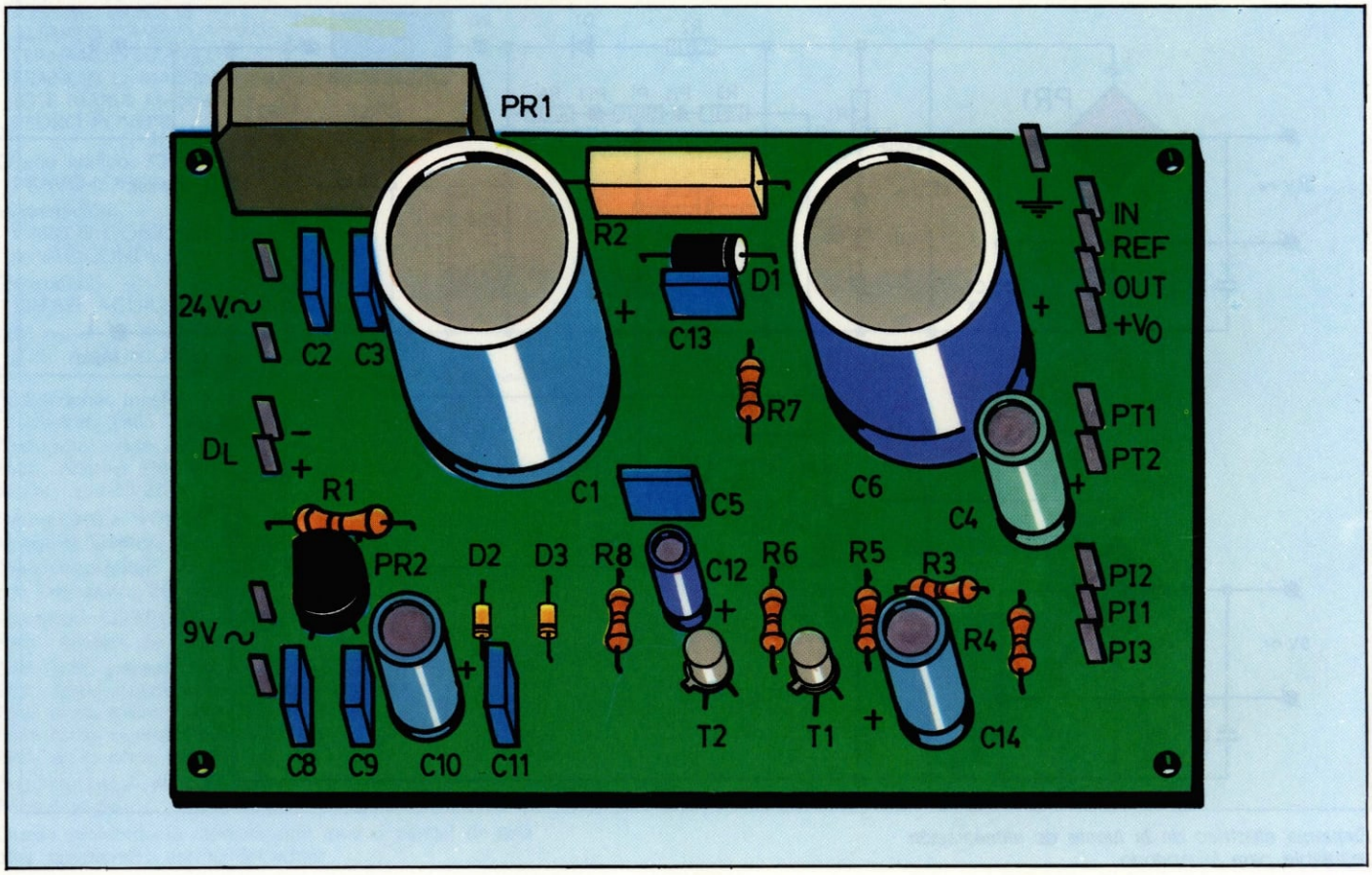
La tensión alterna que llega del transformador es de 24 V, nivel en voltios eficaces adecuado para obtener en la salida la tensión continua necesaria. Esta tensión entra en el puente PR1, produciendo el mismo una rectificación de onda completa a su salida, que es filtrada en primer lugar por el condensador electrolítico de gran capacidad C1. Los condensadores C2, C3, C8 y C9 actúan como filtros para altas frecuencias que puedan provenir de la red por interferencias u otras causas.

La función de R2 y D1 la explicaremos más adelante cuando hablemos del circuito de regulación de intensidad. Así, con la tensión filtrada atacamos IC1 (LM338), que es un regulador ajustable de tensión, parte esencial en toda fuetne de estas características. Con el valor de R7 y PT, junto con la referencia negativa de 1,4 V obtenida por los diodos D2 y D3, conseguimos variar la tensión de salida entre 0 y 30 V. Estos diodos pueden sustituirse por un diodo Zener de 1,2 V, pero advertimos que es sumamente difícil de encontrar y el funcionamiento de la fuente es idéntico.

La tensión negativa se consigue a través de la rectificación de 9 V de alterna por medio del puente PR2 y posterior filtraje de C10. Poniendo la masa común con el positivo de PR2 y los diodos D2 y D3 desde la misma al negativo por medio de R8, conseguimos 1,4 V negativos para la referencia.

Los condensadores C5, C13, C7 y C11 son para el filtraje de medias y altas frecuencias, ya que los electrolíticos tienen muy mala respuesta en frecuencia y filtran muy mal estas bandas. El condensador C4 ayuda a filtrar, y podemos considerarlo un segundo filtraje de menor cuantía. Por último, en la salida está otro condensador electrolítico de gran capacidad (C6), que hace las funciones de filtro en

*Circuito impreso de la placa, visto por la cara de componentes, insertados todos ellos en sus posiciones correspondientes.*



la salida del regulador y para la carga, junto con C7 de tipo cerámico, que responde muy bien a frecuencias elevadas, y que aconsejamos se ponga en los mismos bornes de salida de la fuente, por ser mucho más efectivo en ese punto.

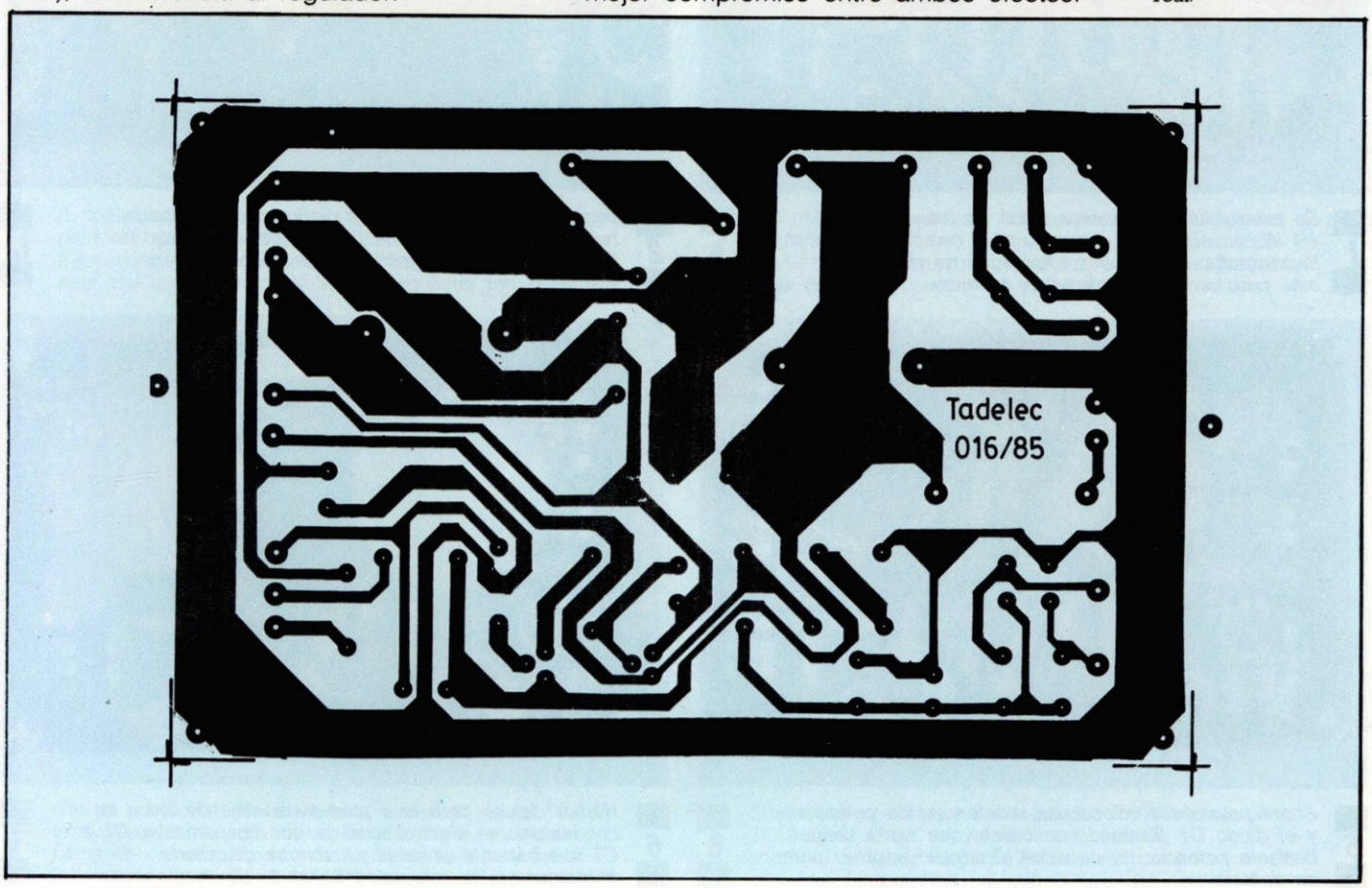
## Circuito de regulación de intensidad

Toda buena fuente debe tener una limitación de intensidad y, a ser posible, regulación de dicha corriente de salida de forma independiente de la regulación de voltaje, tal y como tiene la que proponemos al lector. Este circuito debe disminuir la referencia en el regulador cuando pasemos de un valor determinado de intensidad, de tal forma que baja la tensión de salida hasta adaptarse a dicha intensidad con la carga que tengamos puesta. Si observamos el esquema, esto lo conseguimos mediante la polarización adecuada del transistor T1, con una tensión proporcional a la intensidad de carga, conseguida por medio de R3 y el punto medio de PI. Con D1 y R2 logramos la caída necesaria, y cogiendo una parte de ella regulada por PI, para fijar la intensidad, obtenemos la conducción de T1; éste introduce una intensidad por la base de T2, de manera que este transistor fija, junto con PT (potenciómetro de regulación de tensión), la referencia al regulador.

En la mayoría de las fuentes convencionales se utiliza para la regulación un transistor de potencia mandado por un integrado regulador de baja potencia que ataca a la base del transistor. El integrado incorpora habitualmente la referencia de tensión, un amplificador de error, los circuitos de protección, y una etapa de salida capaz de entregar unos 200 mA. El regulador utilizado en nuestro montaje, IC1 (LM338), contiene todos los circuitos mencionados, incluido el transistor de potencia. El reducido número de patillas, tres, obliga en estos casos a utilizar una misma patilla como «masa» del integrado y salida de referencia. El LM338 fija una tensión constante, de 1,2 V, entre la patilla de salida (OUT) y la de referencia (REF). Esta tensión constante sobre la resistencia R7 actúa como un generador de corriente; esta corriente, por el valor del potenciómetro PT, nos da la tensión de salida.

El condensador C14 sirve para filtrar parte de la alterna reflejada, debido al efecto de la carga y descarga de los condensadores de filtraje con la aparición de la corriente de salida hacia la carga. Un detalle muy importante y crítico es el valor de C12, ya que, por un lado, cuanto mayor sea, existirá una menor ganancia en alterna, mejorando al final el rizado; pero, por otro lado, si lo ponemos de un valor muy elevado la respuesta para continua se hace muy lenta. El valor de 1 µF es el mejor compromiso entre ambos efectos.

*Circuito impreso de la fuente de alimentación regulable para laboratorio. Tamaño real.*



## Algunas características interesantes

Con el montaje propuesto conseguimos una fuente de características suficientes para un laboratorio o taller de electrónica, ya que obtenemos una regulación de tensión continua de salida entre 0 y 25 V, además de una regulación, que no sólo limitación, de corriente de salida entre 200 mA y 2 A. Esto se consigue con un solo integrado de potencia que lleva incorporado internamente todo lo necesario, siendo esto un punto a tener en cuenta en la fiabilidad de la fuente.

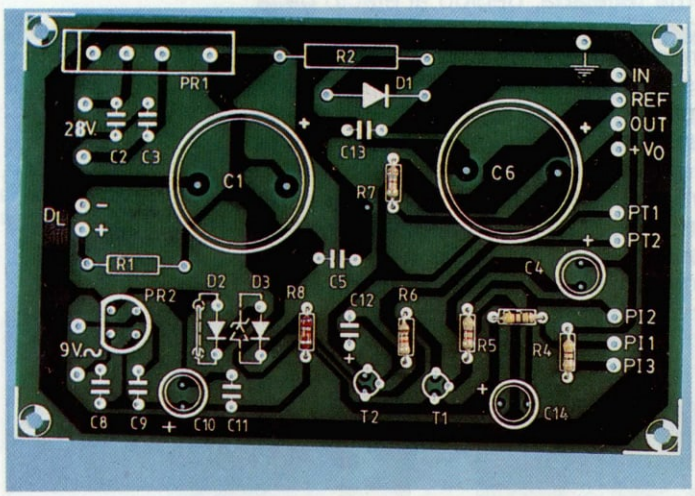
Respecto al rizado, obtenemos en todo el rango de ambas regulaciones una tensión menor de 20 mV pico a pico, teniendo en cuenta que es inferior con menos intensidad de salida.

El regulador va internamente protegido contra cortocircuitos y sobrecargas, de forma que limita la intensidad de salida si se sobrepasan valores que le dañen y en caso de sobrecarga continua actúa una protección térmica limitando también la corriente.

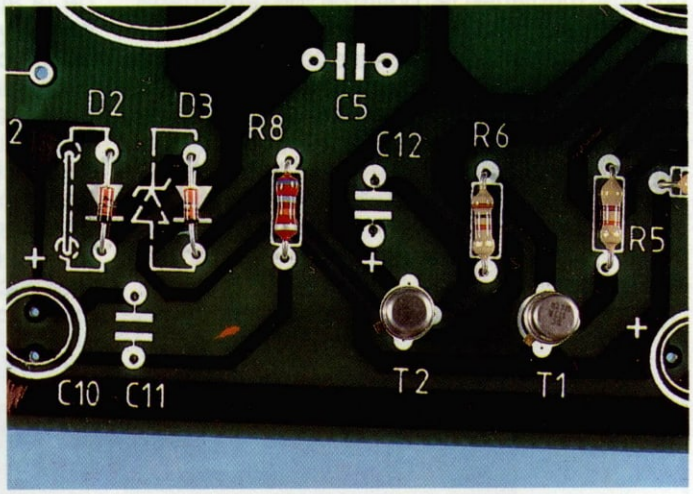
A la entrada de red hay un fusible que nos protege de las sobretensiones de la misma y, además, de forma redundante, de sobrecargas. Debido a los transformadores utilizados y al montaje descrito podemos decir que la alimentación de entrada exigida de la red es de 220 ó 125 V ± 10 % con una frecuencia de 50 Hz.

## Algunos consejos para el montaje

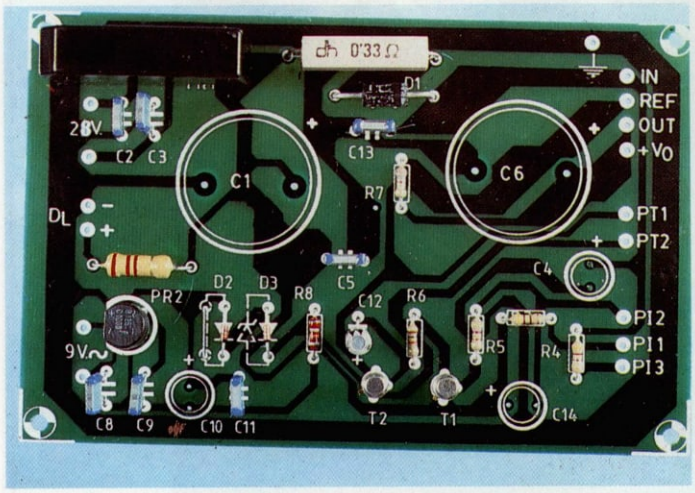
En primer lugar comentaremos el montaje del regulador LM338 sobre el radiador, ya



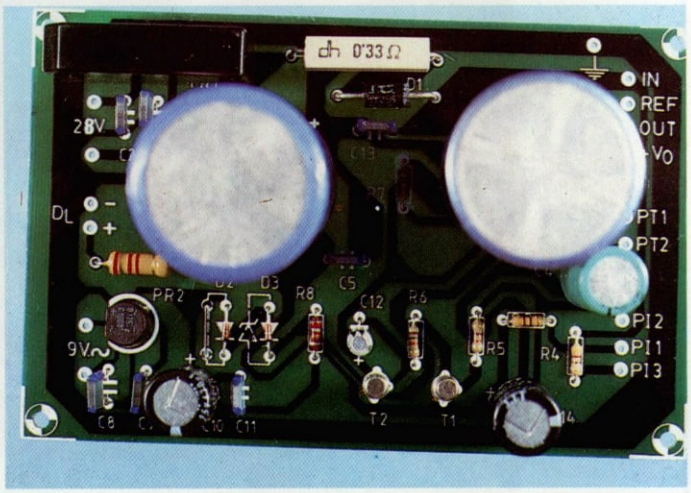

**1** *En primer lugar montamos todas las resistencias de 1/4 W, en el circuito impreso, tal y como se indica en la serigrafía. Para mayor comodidad de montaje en este paso no colocamos las de potencia.*




**2** *Seguidamente montamos los diodos que nos dan la referencia negativa, y los transistores del circuito de limitación de intensidad. Los dos diodos pueden sustituirse por un Zener de 1,2 V.*




**5** *Ahora pasamos a colocar las resistencias de potencia y el diodo D1. Teniendo en cuenta que van a disipar bastante potencia, no pegarlos al circuito impreso para no dañarle.*



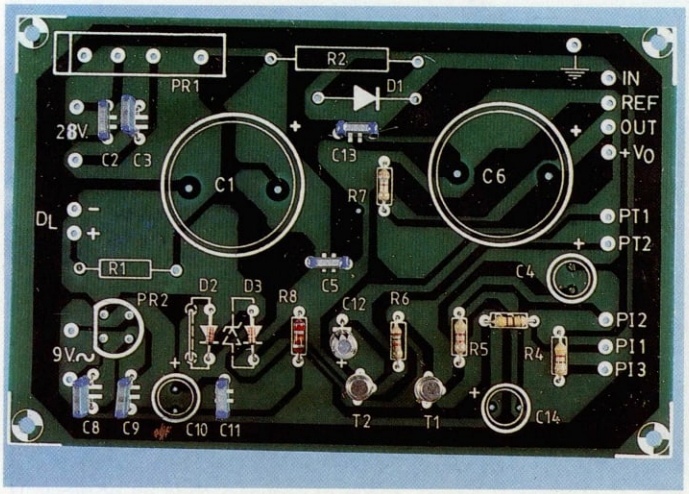

**6** *Hemos dejado para este paso el montaje de todos los condensadores electrolíticos, ya que en particular C1 y C7 son bastante grandes y hubieran dificultado enormemente la colocación del resto de componentes.*

que la forma clásica, con aislante de mica, valdría, pero obtendremos mejor contacto y mejor disipación con silicona de tubo o aislante preparado de silicona, que tiene la misma forma que el clásico de mica, pero con una resistencia térmica mucho menor. El motivo de aconsejar esto último se debe a que con una mayor disipación de calor el integrado se estabiliza en una temperatura también menor, logrando por consiguiente alargar su vida y mejorar su funcionamiento y estabilidad térmica. El montaje es el típico de un encapsulado TO-3 sobre un disipador para atornillar en caja. Cuando atornillemos el radiador a la parte posterior de la caja, hay que hacerlo directamente sin ningún aislante por medio, para conseguir de esta manera una mayor superficie disipadora de calor.

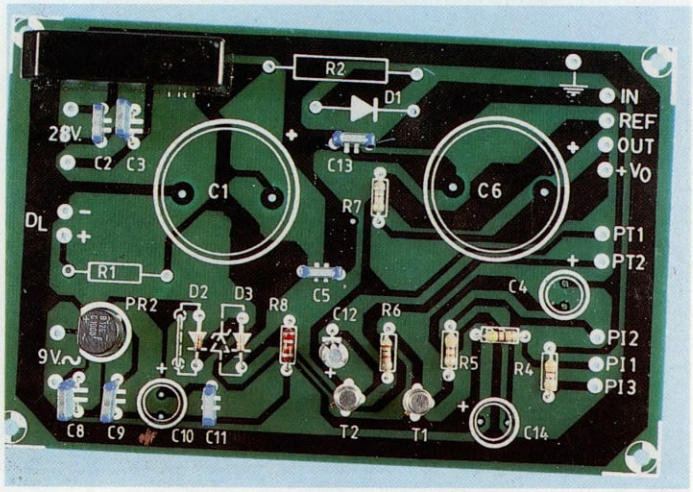
Volvemos aquí a insistir sobre la conveniencia de colocar el condensador cerámico C7 en las mismos bornes de la carga, es de-

## CARACTERISTICAS TECNICAS

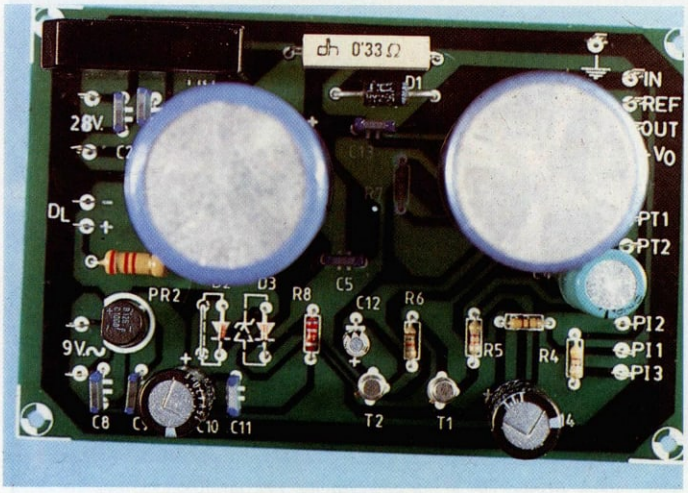
- Alimentación: 220 ó 125 V ± 10 % a 50 Hz.
- Tensión continua regulable de salida: 0 a 25 V.
- Corriente continua regulable de salida: 200 mA a 2 A.
- Rizado máximo: 20 mV pico a pico.
- Protección interna contra cortocircuitos.
- Protección interna contra sobrecargas.
- Protección contra sobretensiones.
- Limitación de intensidad a 2A.
- Neón indicador de conexión a red.
- Diodo Led indicador de presencia de continua.



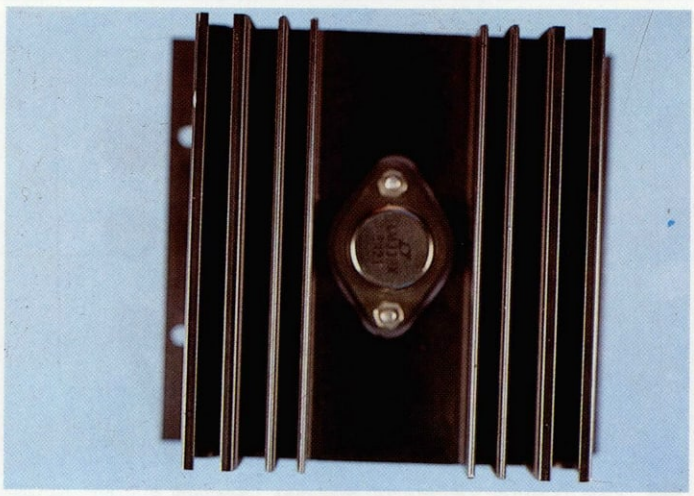

**3** *A continuación montamos todos los condensadores de poliéster, que nos sirven para filtrar medias y altas frecuencias, ya que los electrolíticos, responden muy mal con la frecuencia.*



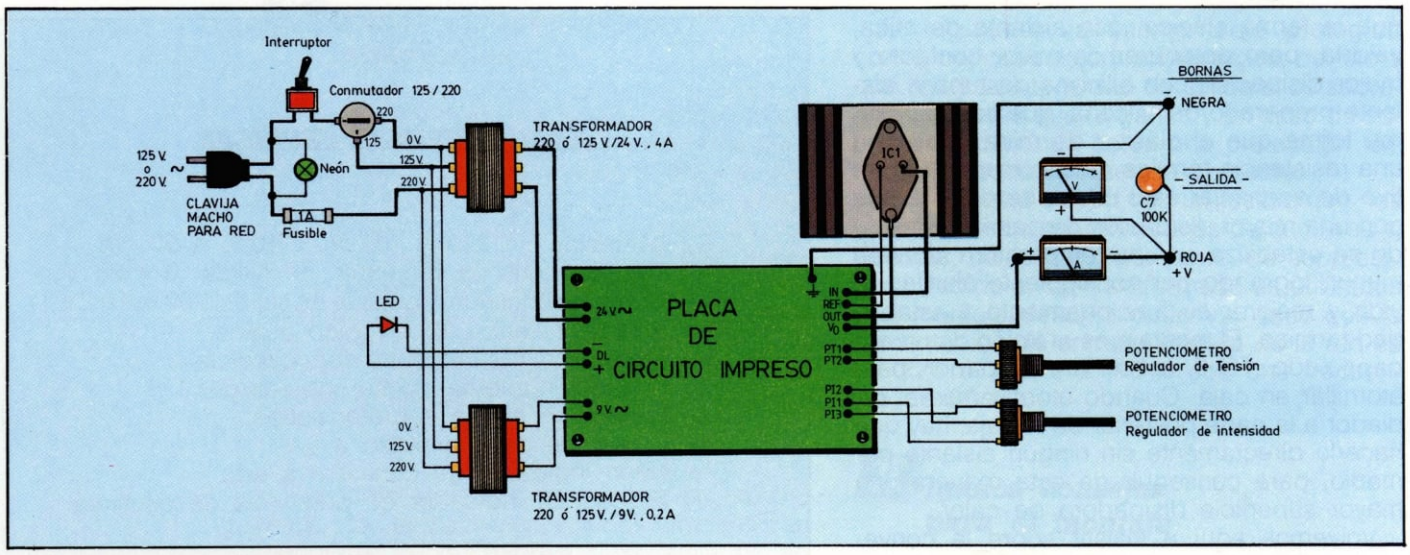

**4** *En este paso montamos los dos puentes rectificadores. El puente PR1 puede sustituirse por el modelo metálico descrito en la lista de componentes, siempre que le atornillemos a la caja y le conectemos por medio de espadines.*



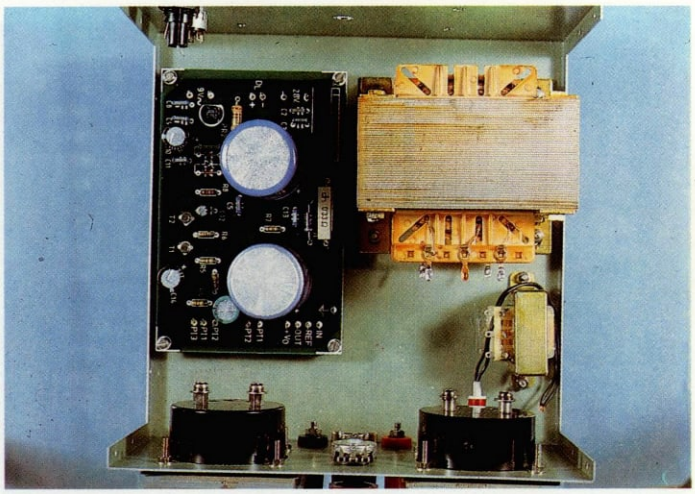

**7** *Con la operación de inserción y soldadura de los terminales de espadín, terminamos el montaje de la placa de circuito impreso de la fuente regulable de laboratorio. Para el led, también hemos puesto terminales.*



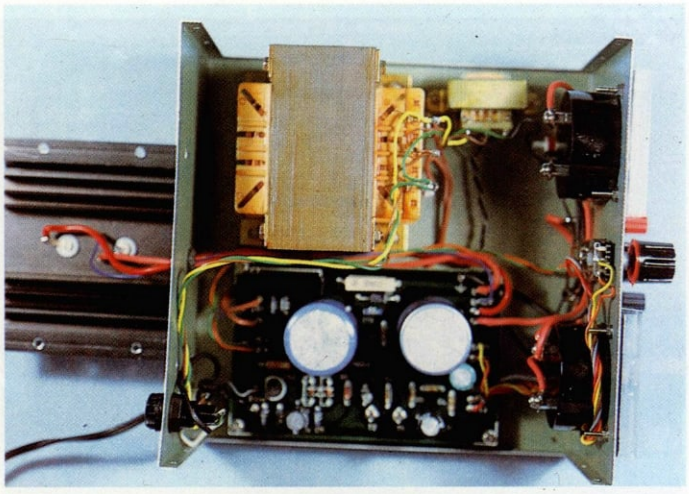
**8** *Obsérvese el montaje del regulador LM338 encapsulado TO-3, igual al de un transistor de potencia, sobre el radiador elegido. Tener sumo cuidado en que esté bien aislado, ya que la caja del equivo va a masa.*



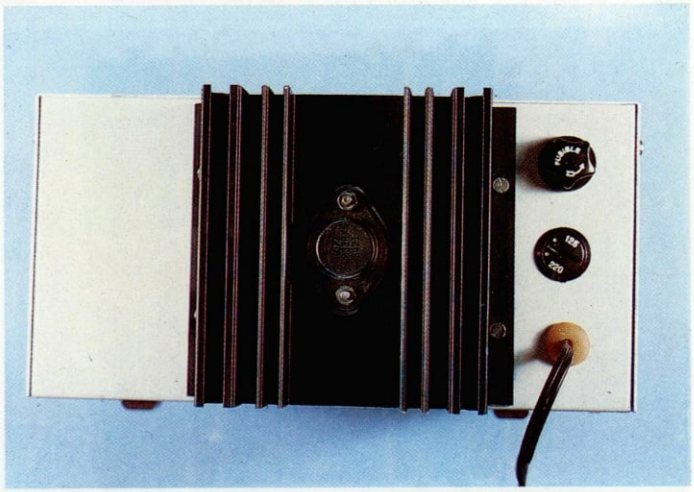

*Esquema de conexionado del circuito impreso con el resto de componentes. Respetar el grosor de los cables tal y como se indica en el dibujo.*



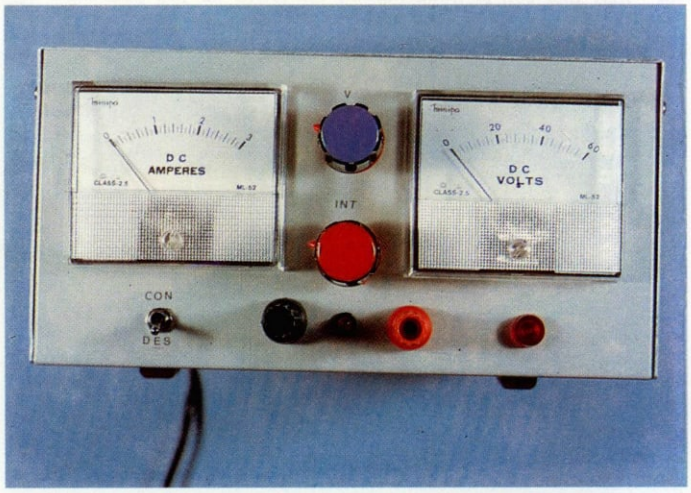
**9** *Perspectiva de todos los componentes y elementos que forman parte de la fuente, sobre la caja en la que van montados. Observar que ya están montados también los instrumentos de medida.*



**10** *Cableamos el equipo, según el esquema dado en el dibujo de conexionado. Respetar el grosor de los calbes, para evitar caídas de tensión innecesarias. El condesador cerámico C7 debemos colocarlo entre los bornes de salida.*



**11** *Vista posterior del equipo acabado. Observar el montaje del radiador sobre la caja, el portafusibles y la salida a la red. Aunque no se observa en la foto es necesario hacer tres filas de agujeros en la cara superior y en la base para la ventilación.*

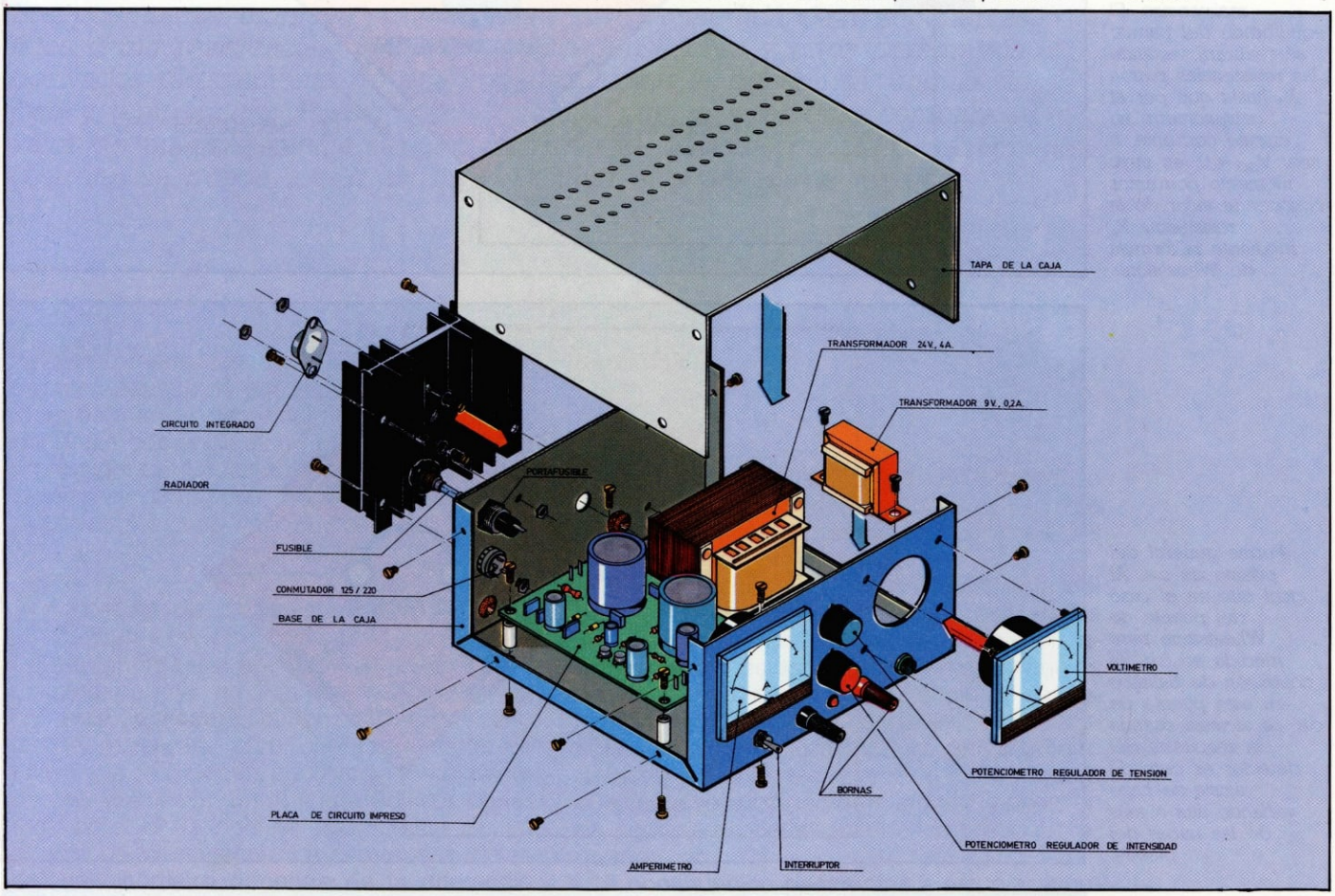



**12** *Vista frontal de la fuente con los instrumentos de medida, los potenciómetros de regulación, el interruptor de encendido, los bornes de salida y los indicadores luminosos de correcto funcionamiento.*

cir, en la misma salida, para filtraje de altas frecuencias, siendo este punto el más eficaz. Se ha comprobado a veces que con la ausencia de este condensador la tensión de salida tiene un rizado compuesto por los 100 Hz de la rectificación de red y una tensión alterna de varios MHz, que normalmente es muy perjudicial para la mayoría de los equipos que se alimentan en un laboratorio. No siempre se da este fenómeno, pero conviene evitarlo de antemano.

Por último, recordar que cuando mecanice la caja no se olvide de hacer unas hileras de agujeros para que el aire pueda circular y renovarse, ya que el transformador grande, las dos resistencias de potencia y el diodo D1 disipan bastante calor. Asimismo, es conveniente colocar unas pequeñas patas que levanten el equipo y agujerear también el fondo. Esto, además de mejorar la refrigeración por la propia convección del aire, nos ayuda a poderla asentar en cualquier superficie.

*Disposición en perspectiva de los diversos elementos que componen la fuente.*




## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 2K2 2 W (rojo, rojo, rojo).
R2 - Resistencia 0,33 Ω 4 W (bobinada vitrificada).
R3 - Resistencia 470 Ω 1/4 W (amarillo, violeta, marrón).
R4 - Resistencia 470 Ω 1/4 W (amarillo, violeta, marrón).
R5 - Resistencia 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R6 - Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R7 - Resistencia 180 Ω 1/4 W (marrón, gris, marrón).
R8 - Resistencia 680 Ω 1/4 W (azul, gris, marrón).
P1 - Pontenciómetro lineal para panel de 500 Ω.
P2 - Potenciómetro lineal para papel de 4K7.

*CONDENSADORES*

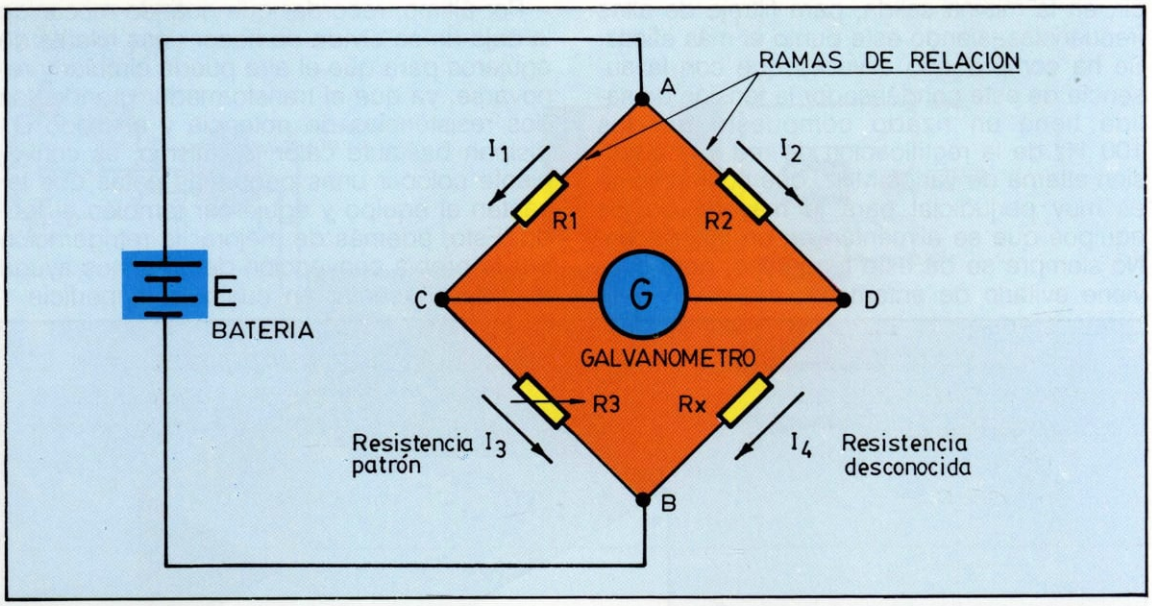
C1 - Condensador 4.700 μF, electrolítico, 63 V.
C2, C3, C8 y C9 - Condensadores 1 nF poliéster.
C4 - Condensador 470 μF, electrolítico, 50 V.
C5, C11 y C13 - Condensadores 100 nF poliéster.
C6 - Condensador 2.200 μF, electrolítico, 40 V.
C7 - Condensador 100 nF, cerámico.
C10 - Condensador 470 μF, electrolítico, 25 V.
C12 - Condensador 1 μF, electrolítico, 35 V.
C13 - Condensador 100 nF, cerámico.

*SEMICONDUCTORES*

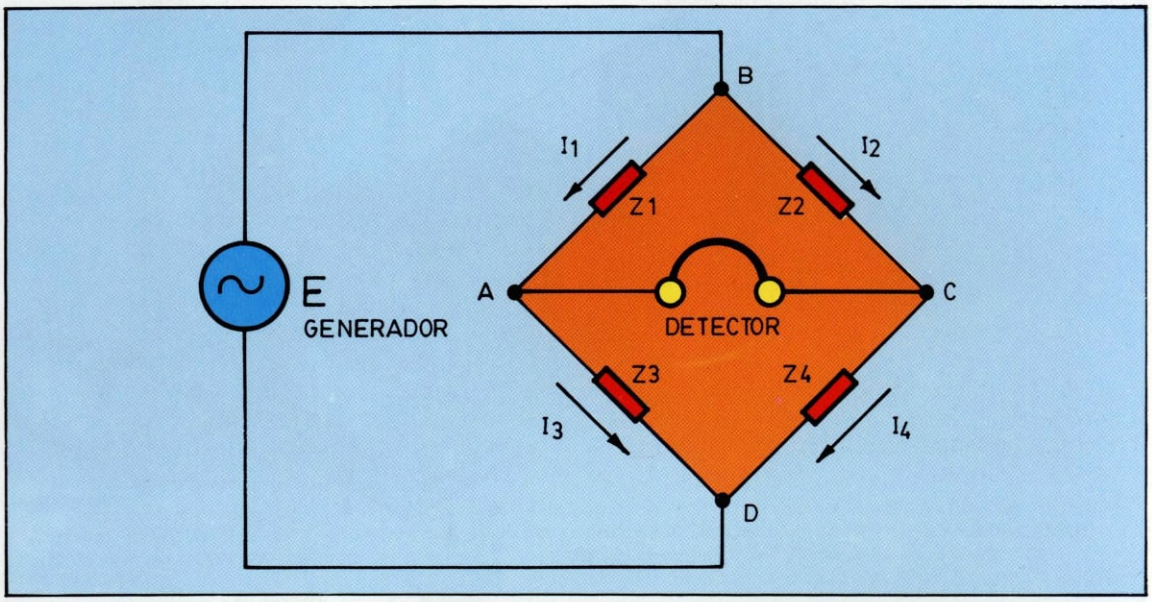
D1 - Diodo BT255 (1N5402).
D2 y D3 - Diosos 1N4148.
PR1 - Puente rectificador B250C500/3300
PR2 - Puente rectificador B125C1000
IC1 - Circuito integrado LM388.
T1 - Transistor BC177.
T2 - Transistor BC107.
DL1 - Diodo Led rojo de 5 mm de diámetro.

*VARIOS*

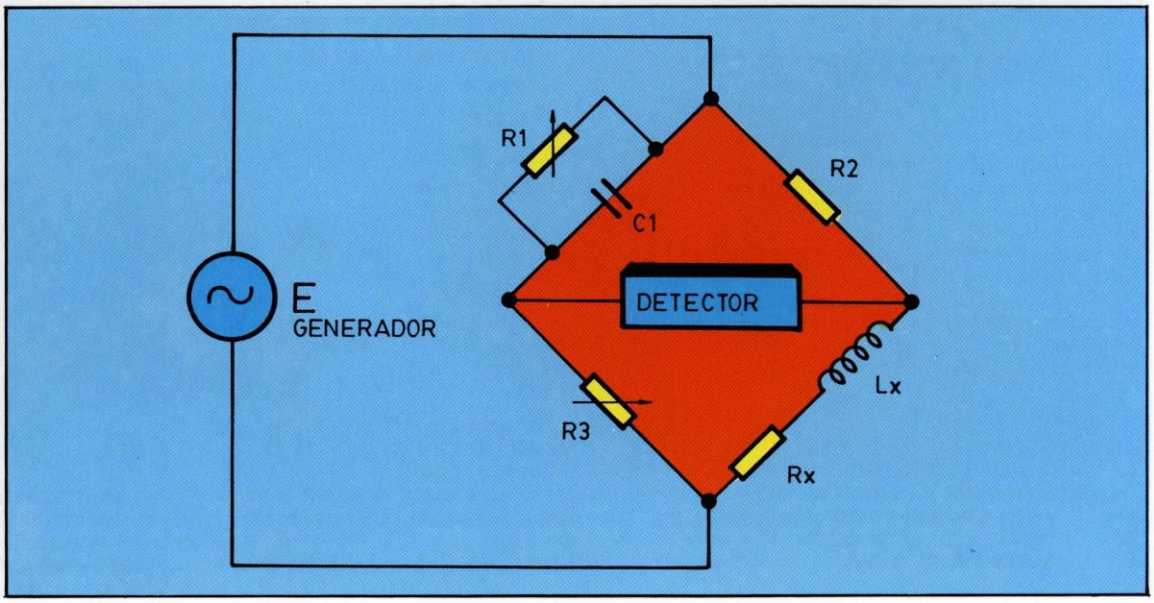
— Transformador 220, 125 V/24 V 4 A.
— Transformador 220, 125 V/9 V 0,2 A.
— 16 terminales espadín.
— 2 tornillos, 2 tuercas, un terminal y un aislante para montar un encapsulado TO-3 en radiador.
— Radiador para TO-3 de 100 × 100 mm.
— 4 separadores de 10 mm.
— 10 tornillos 1/8 × 8.
— 8 tornillos 1/8 × 5.
— 10 tuercas 1/8.
— 10 arandelas.
— Un borne rojo y uno negro para bananas de 3,5 mm.
— 1,5 m de cable de 2 mm de diámetro.
— 2 mm de cable de 1 mm de diámetro
— Soporte plástico para Led de 3 mm.
— Neón de 220 V.
— Interruptor miniatura.
— 2 botones para potenciómetros de panel.
— Portafusibles y fusible de 1 A.
— 2 gomas pasacables.
— Conmutador de red 220/125 V.
— Clavija macho con 1 m de cable para Led.
— Amperímetro de 3 a 5 A.
— Voltímetro de 30 a 50 V.
— 4 patas adhesivas.
— Caja minibox RM 785 (Retex).




*Puente de Wheaststone para medida de resistencias. El equilibrado del puente se realizará variando las resistencias patrón $R_3$ hasta que por el galvanómetro no circule corriente, o sea, $V_{CD} = 0$, en cuyo momento podremos conocer el valor de la resistencia $R_x$ mediante la fórmula de Wheatstone.*




*Forma general del puente de c.a. Al igual que en el caso del puente de Wheatstone para medida en c.c., la condición de balance en este puente de c.a. se alcanza cuando la respuesta del detector es cero. El ajuste se hace variando una o más de las ramas del puente.*




*Puente de Maxwell para medida de bobinas. El procedimiento normal para el balance del puente es ajustar primero $R_3$ para el balance inductivo y luego ajustar $R_1$ para el balance resistivo. Este procedimiento se repite hasta un balance final.*

# PUENTES DE MEDIDA

*Los puentes se emplean extensamente para la medida de componentes, tales como resistencias, inductancias, condensadores y otros parámetros derivados directamente de estos valores, como la frecuencia, ángulo de fase y temperatura. Puesto que el circuito puente solamente compara el valor de un componente desconocido con el de otro conocido exactamente (patrón), se puede lograr así una exactitud muy alta en la medida.*

Comenzaremos el estudio de los puentes de medida por el puente de Wheatstone; éste es fundamental no sólo por su importancia como tal, sino porque su esquema y principio de funcionamiento han servido de base para otros tipos, de los que aquí estudiaremos los más importantes.

## Puente de Wheatstone

Este puente es uno de los medios más exactos para la medida de resistencias en corriente continua. Está construido por cuatro ramas resistivas, junto con una fuente de energía y un detector de cero (generalmente un galvanómetro). En la figura adjunta podemos apreciar la configuración típica de un puente de Wheatstone. La corriente a través del galvanómetro depende de la diferencia de potencial entre los puntos C y D. El puente estará equilibrado cuando la diferencia de potencial a través del galvanómetro sea de 0 V, de tal forma que no circule corriente por él. Esta condición ocurre cuando el voltaje entre los puntos C y A es igual al voltaje entre D y A; o refiriéndonos a otros terminales, cuando $V_{CB} = V_{DB}$. Si la corriente por el galvanómetro es cero, o sea, si el puente está equilibrado, se cumple que:

$V_{CA} = V_{DA}$ también $I_1 = I_3$
$V_{CB} = V_{DB}$ $I_2 = I_4$.

por tanto, $I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2$
$I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_x$

dividiendo miembro a miembro resulta:

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_x}$$

de donde

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}$$

nos da la conocida fórmula del puente de Wheatstone, que permite calcular el valor de una resistencia desconocida, conociendo los valores de las otras tres.

La resistencia $R_3$ se llama resistencia del brazo patrón, del puente, y las resistencias $R_1$ y $R_2$ son las resistencias o ramas de relación, siendo éstas generalmente potencias de 10. La medida de la resistencia $R_x$ desconocida es independiente de las características o de la calibración del galvanómetro detector de cero, siempre y cuando tenga la suficiente sensibilidad para indicar la posición de equilibrado del puente con la precisión requerida.

A continuación pasaremos a estudiar algunos puentes de c.a., los cuales están basados en los de c.c., como ya se ha indicado.

### FORMA GENERAL DEL PUENTE DE C.A.

Su forma básica consiste en cuatro ramas, una fuente de excitación y un detector de cero. La fuente de potencia suministra un voltaje de c.a. al puente, a una cierta frecuencia. El detector de cero suele consistir generalmente en un par de audífonos.

La forma general de este tipo de puentes se muestra en la figura adjunta. Las cuatro ramas del puente $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$, $Z_4$, son impedancias de equilibrio, que en este puente se alcanza cuando la respuesta del detector es cero. El ajuste del equilibrio para obtener una respuesta nula se hace variando una o más ramas del puente. La ecuación general para el equilibrio del puente se obtiene usando la

notación compleja para las impedancias del circuito. La condición de balance requiere que $V_{AC} = 0$. Esto se logra cuando $V_{BA} = V_{BC}$ tanto en magnitud como en fase:

$$V_{BA} = V_{BC} \qquad I_1 \cdot Z_1 = I_2 \cdot Z_2$$

Para que la corriente por el detector sea cero:

$$I_1 = \frac{E}{Z_1 + Z_3} \qquad I_2 = \frac{E}{Z_2 + Z_4}$$

y sustituyendo y despejando queda que $Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$, que es la ecuación más conveniente en la mayoría de los casos, y al mismo tiempo, la general para el equilibrio de los puentes de c.a. Si las impedancias se escriben de la forma $Z = Z = Z\,\theta$, donde Z representa la magnitud y $\theta$ el ángulo de fase de la impedancia compleja, la ecuación quedará de la forma:
$Z_1 \cdot Z_4\ (\theta_1 + \theta_4) = Z_2 \cdot Z_3\ (\theta_2 + \theta_3)$. Esta fórmula muestra las dos condiciones que se deben satisfacer simultáneamente cuando se balancea en puente de c.a. Estas condiciones son:
$Z_1 \cdot Z_4 = Z_2 \cdot Z_3$ (los productos de las magnitudes de las ramas opuestas deben ser iguales).
$\theta_1 + \theta_4 = \theta_2 + \theta_3$ (la suma de los ángulos de fase de las ramas opuestas deben ser iguales).

## Puente de Maxwell

Este puente, cuya figura se muestra al margen, mide una inductancia desconocida en términos de una capacidad conocida. Sustituyendo en la ecuación general y despejando términos reales e imaginarios tendremos que:

$$R_x = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1} \text{ y } L_x = R_2 \cdot R_3 \cdot R_4, \text{ donde}$$

las resistencias se expresan en *ohmios*, la inductancia en *henrios* y capacidad en *faradios*. La bobina a medir está expresada por Lx, que es la inductancia pura junto con $R_x$, que es la resistencia óhmica de la bobina, considerándola en serie.

## Puente de Schering

Este es uno de los puentes más importantes de c.a. y se usa extensamente para la medición de condensadores. El circuito básico se muestra en la figura adjunta. Los condensadores de balance requieren que la suma de los ángulos de fase de las ramas 1 y 4 (x) sea igual a la suma de los ángulos de fase en las ramas 2 y 3.

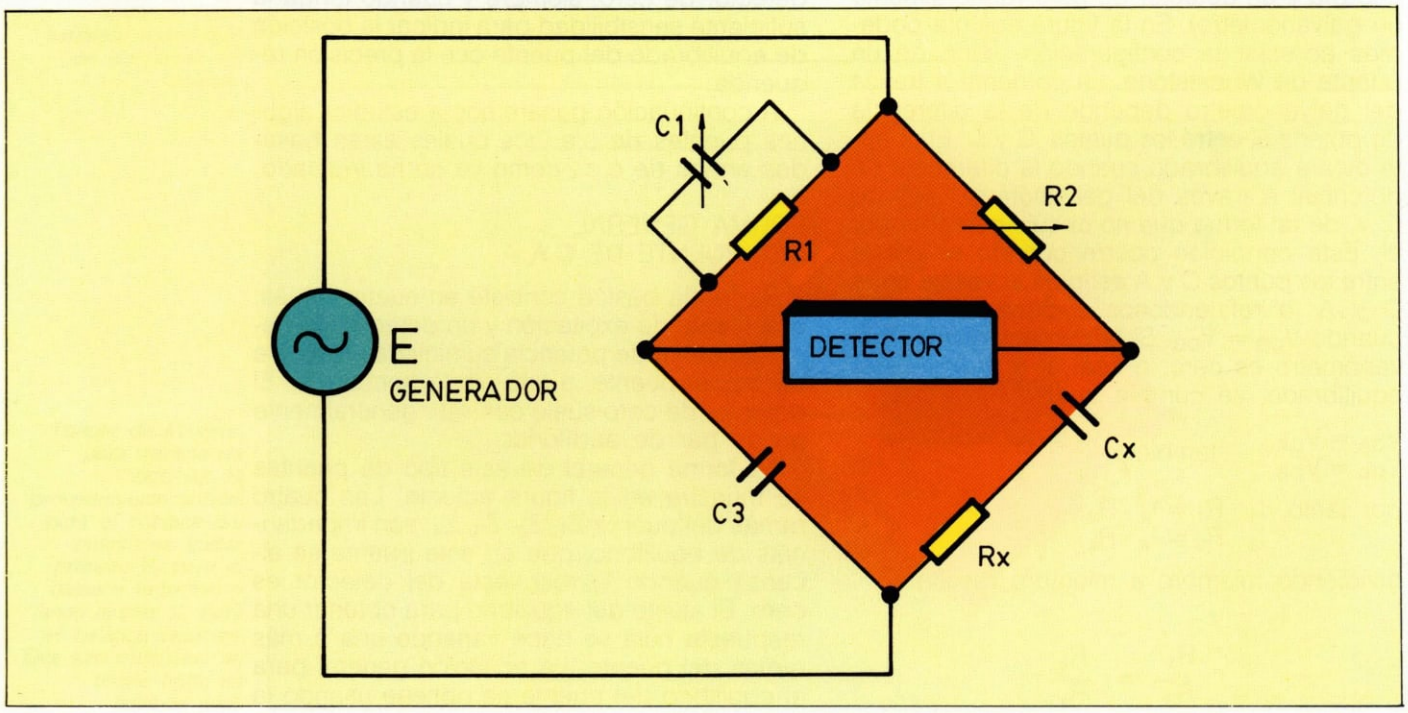
Las ecuaciones de balance se derivan de la manera usual, sustituyendo las impedancias y admitancias correspondientes en la ecuadión general y quedando como condiciones generales de equilibrios:

$$R_x = R_2 \cdot \frac{C_1}{C_3} \text{ y } \quad C_x = C_3 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

donde el condensador a medir está formado por una capacidad pura $C_x$ y una resistencia en serie $R_x$ que representa la componente óhmica del condensador.

Como puede apreciarse en la figura, las dos variables que se escogen para el ajuste del balance son el condensador $C_1$ y la resistencia $R_2$.

*Puente de Schering para medida de condensadores. Como puede verse en el circuito de la figura, las dos variables que se escogen para el ajuste del balance son el condensador $C_1$ y la resistencia $R_2$.*



# SERIE LM124

*Los circuitos integrados de la serie LM124 contienen cuatro amplificadores operacionales independientes, internamente compensados en frecuencia. Los amplificadores están especialmente diseñados para trabajar con alimentación simple dentro de una amplia gama de tensiones, desde 3 hasta 32 V., aunque también son utilizables con fuentes de alimentación simétricas.*

La red de polarización del LM124 estabiliza el reducido consumo de corriente de reposo, que es independiente de la magnitud de la tensión de alimentación dentro del rango de 3 a 30 V.

En general, puede emplearse en todos los circuitos comerciales diseñados con amplificadores operacionales.

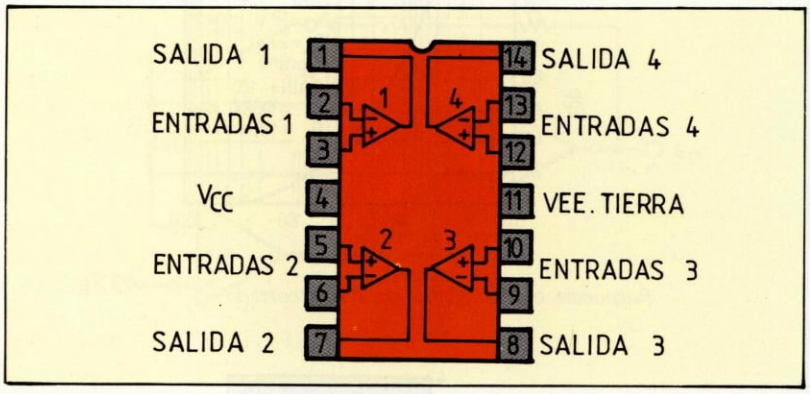
Las características más destacadas son:

— Cuatro amplificadores por integrado.
— Alimentación simple entre 3 y 32 V.
— Alimentación simétrica entre ± 1,5 y ± 16 V.
— Corrientes de polarización bajas, 250 mA máx.
— Tensión de entrada máxima = tensión de alimentación.
— Compatible con todas las formas de lógica.
— Protección contra cortocircuitos en la salida.

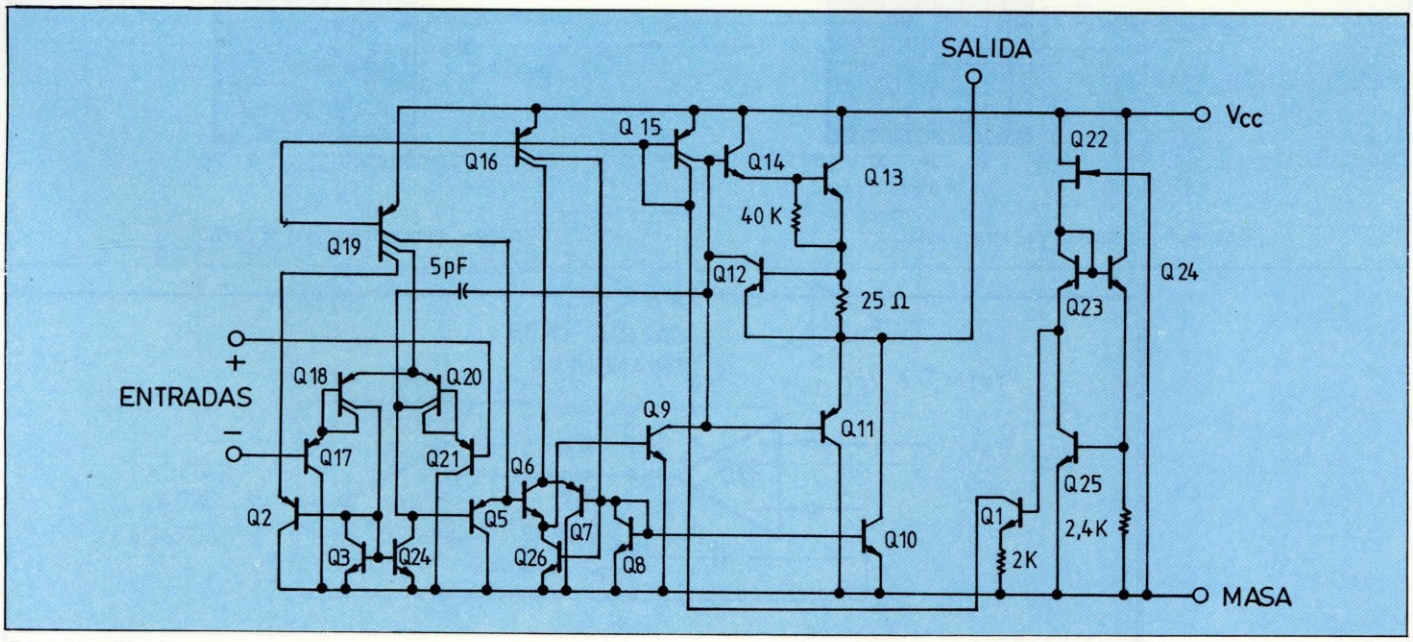
Los otros componentes de la serie se designan por: LM224, LM324 y LM2902.

## Encapsulado

Este integrado se presenta en el encapsulado DIL-14, que puede ser del tipo cerámico, o bien de material plástico para los modelos LM224, LM324, LM2902.




*Encapsulado.*

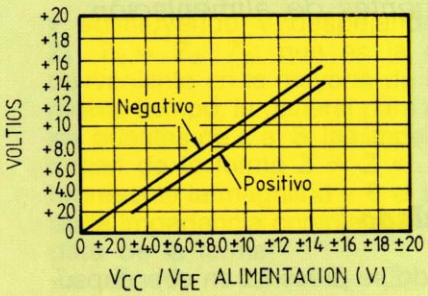



*Esquema eléctrico.*

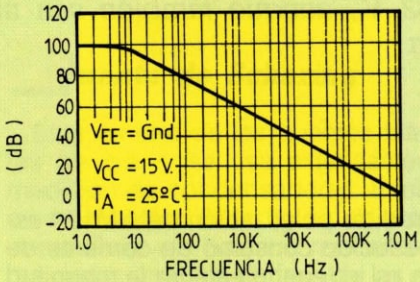
## Aplicaciones

Cuando se utiliza la entrada en modo común se incluye una fuente de alimentación negativa, con lo cual se elimina la necesidad de componentes externos de polarización en algunas aplicaciones.

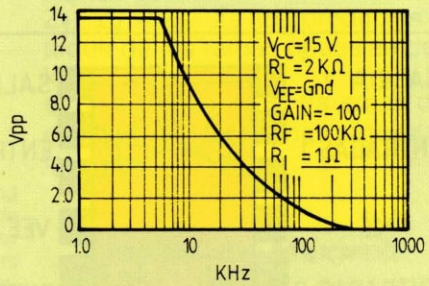
El trazado de las pistas de los circuitos impresos se simplifica, debido a la estratégica distribución de los terminales de este circuito integrado y a contener cuatro amplificadores operacionales por cápsula. Ambas cualidades simplifican los montajes, disminuyendo el volumen físico de los mismos, y mejorando la



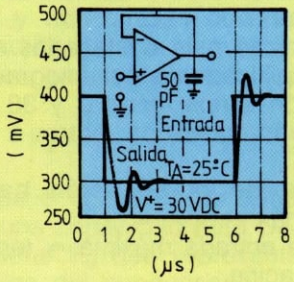

*Amplitud de la tensión de entrada.*



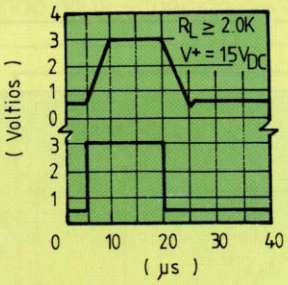

*Respuesta en frecuencia para lazo abierto.*



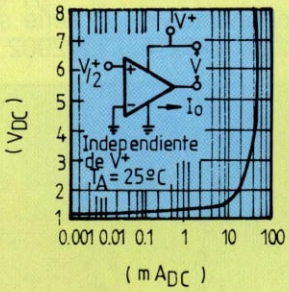

*Respuesta en frecuencia para lazo cerrado.*



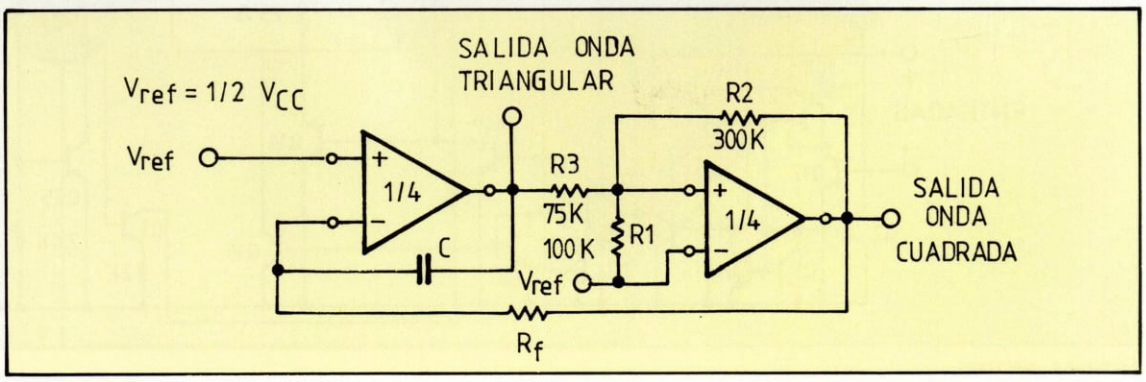

*Respuesta al pulso para pequeña señal.*




*Respuesta al pulso para gran señal.*




*Corriente suministrada por la salida.*

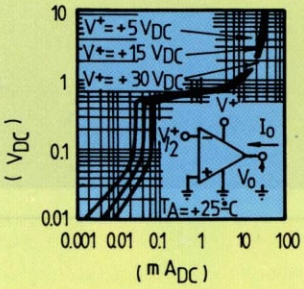


relación calidad/precio.

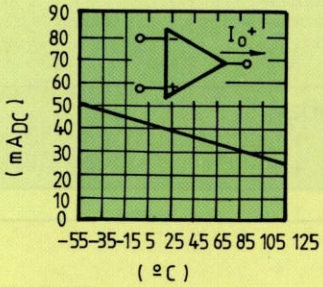
El empleo de este circuito elimina la necesidad de fuentes de alimentación simétricas, pues está especialmente diseñado para trabajar con alimentación simple.

Al trabajar con señales alternas, cuando se acopla la salida a través de un condensador, debe añadirse una resistencia entre la salida y masa para evitar la distorsión de cruce que pudiera producirse.

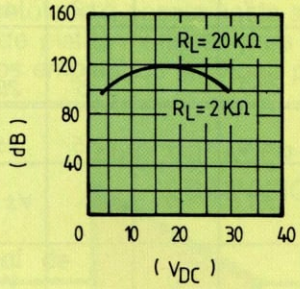
El número de aplicaciones es tan grande que sólo enumerarlas ocuparía varias páginas. En los dibujos pueden verse algunas, a título de ejemplo.



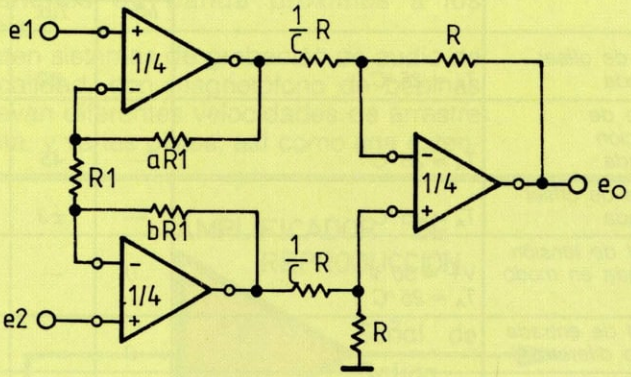

*Corriente absorbida por la salida.*



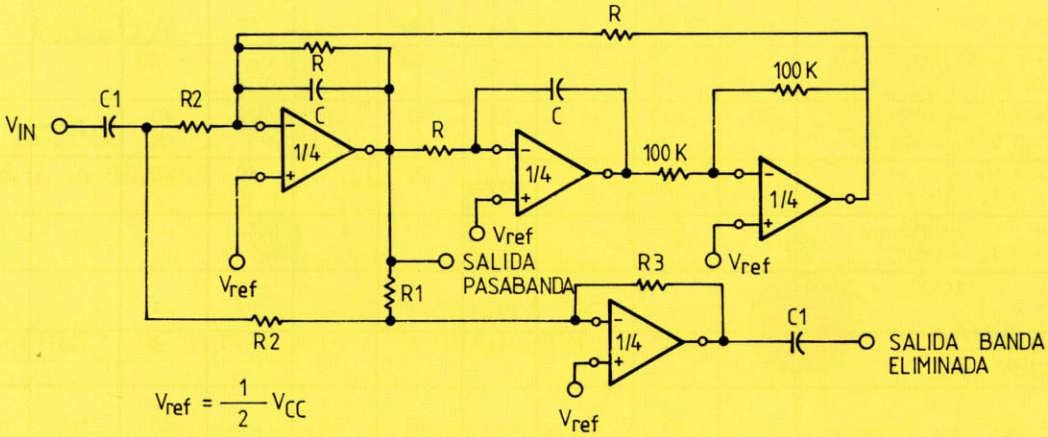

*Corriente máxima.*




*Ganancia en tensión.*




*Amplificador diferencial de alta impedancia de entrada.*




*Filtro universal con un solo circuito integrado.*

## VALORES LIMITE DE FUNCIONAMIENTO
### (Medidos a 25° C)

| | LM124 LM224 LM324 | LM2902 | Unidad |
|---|---|---|---|
| Tensión de alimentación: | | | |
| — simple | 32 | 26 | V |
| — simétrica | ± 16 | ± 13 | V |
| Tensión de entrada diferencial | ± 32 | ± 26 | V |
| Tensión de entrada en modo común | − 0,3 a 32 | − 0,3 a 26 | V |
| Tiempo de cortocircuito | continuo | continuo | |
| Corriente de entrada | 50 | | mA |

Temperatura de trabajo

| | | | |
|---|---|---|---|
| LM124 | − 55 a + 125 °C | LM324 | 0 a + 70 °C |
| LM224 | − 25 a + 85 °C | LM2902 | − 40 a + 85 °C |

## FABRICANTES

| Fabricante | Denominación | Denominación |
|---|---|---|
| FAIRCHILD | μA324 | μA2902 |
| HITACHI | HD324 | HA17902 |
| INTERSIL | LM324 | LM2902 |
| MOTOROLA | LM324 | LM2902 |
| NATIONAL | LM324 | LM2902 |
| RCA | CA324 | — |
| SIGNETICS | LM324 | — |
| TEXAS | LM324 | LM2902 |

## TABLA DE CARACTERISTICAS

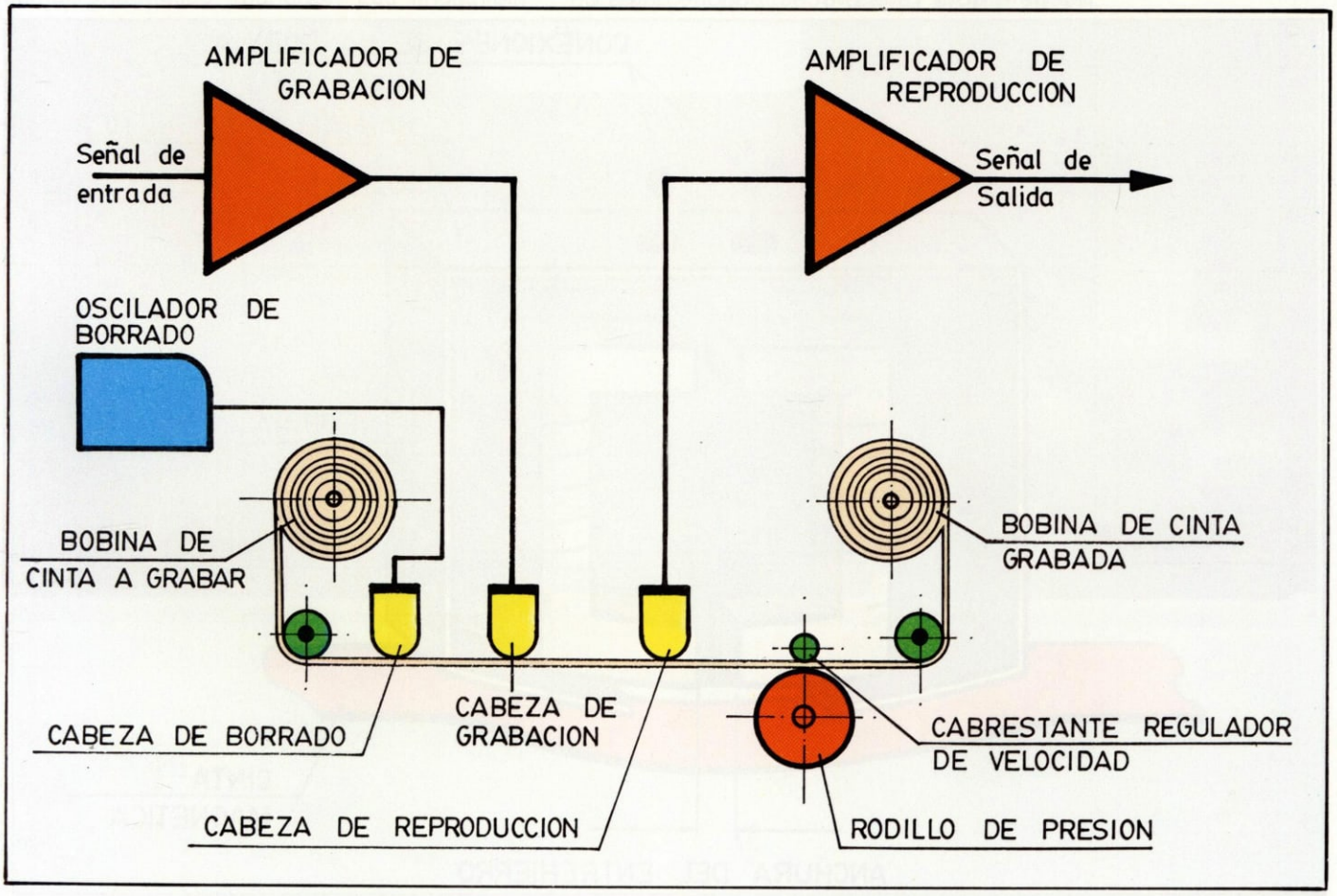
| Parámeteo | Condiciones de medida | LM124 LM224 | | | LM324 | | | LM2902 | | | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Mín. | Tip. | Máx. | Mín. | Tip. | Máx. | Mín. | Tip. | Máx. | |
| Tensión de offset de entrada | $T_A$ = 25 °C | — | ±2 | ±5 | — | ±2 | ±7 | — | ±2 | ±7 | mV |
| Corriente de polarización de entrada | $T_A$ = 25 °C | — | 45 | 150 | — | 45 | 250 | — | 45 | 250 | mA |
| Corriente de offset de entrada | $T_A$ = 25 °C | — | ±3 | ±30 | — | ±5 | ±50 | — | ±5 | ±50 | mA |
| Amplitud de tensión de entrada en modo común | V+ = 30 V<br>$T_A$ = 25 °C | 0 | — | V±1,5 | 0 | — | V±1,5 | 0 | — | V±1,5 | V |
| Amplitud de entrada en modo diferencial | | 0 | — | V+ | 0 | — | — | 0 | — | V+ | V |
| Ganancia en tensión | V+ = 15 V<br>$R_L \geqslant 2K$<br>$T_A$ = 25 °C | 50 | 100 | — | 25 | 10 | — | — | 100 | — | V/mV |
| Amplitud de tensión de salida | $R_L$ = 2 K<br>$T_A$ = 25 °C | 0 | — | V±1,5 | — | 0 | — | V±1,5 | 0 | V±1,5 | V |
| Rechazo en modo común CMRR | $T_A$ = 25 °C | 70 | 85 | — | 65 | 70 | — | 50 | 70 | — | dB |
| Rechazo de alimentación PSRR | $T_A$ = 25 °C | 65 | 100 | — | 65 | 100 | — | 50 | 100 | — | dB |
| Acoplamiento entre amplificadores | f = 1 Hz a 20 kHz<br>$T_A$ = 25 °C | — | −120 | — | — | −120 | — | — | −120 | — | dB |
| Corriente de salida | $V_{IN}$+ = 1 V V+ = 15 V<br>$V_{IN}$− = 0 V $T_A$ = 25 °C | 20 | 40 | — | 20 | 40 | — | 20 | 40 | — | mA |
| | $V_{IN}$− = 1 V+ = 15 V<br>$V_{IN}$+ = 0 $T_A$ = 25 °C | 10 | 20 | — | 10 | 20 | — | 10 | 20 | — | mA |
| | $V_{IN}$− = 1 Vo = 200 mV<br>$V_{IN}$+ = 0 $T_A$ = 25 °C | 12 | 50 | — | 12 | 50 | — | — | — | — | μA |
| Tensión de salida nivel alto | $V_{cc}$ = 30 V (LM2902, + 26 V)<br>$R_L$ = 2 K | 26 | — | — | 26 | — | — | 22 | — | — | mV |
| Tensión de salida nivel bajo | $V_{cc}$ = 5 V<br>$R_L$ = 10 K | — | 5 | 20 | — | 5 | 20 | — | 5 | 100 | mV |
| Corriente de cortocircuito a masa | — | — | 40 | 60 | — | 40 | 60 | — | 40 | 60 | mA |
| Consumo de corriente | $V_{cc}$ = 30 V (L2902, + 26 V)<br>$V_O$ = 0 RL = ∞ | — | 1,5 | 3 | — | 1,5 | 3 | — | 1,5 | 3 | mA |
| | $V_{cc}$ = 5 V, $V_O$ = 0, $R_L$ = ∞ | — | 0,7 | 1,2 | — | 0,7 | 1,2 | — | 0,7 | 1,2 | mA |

# GRABACION EN CINTA MAGNETICA

*Existen en la actualidad varios sistemas para registrar señales y poder disponer de las mismas, posteriormente, las veces que sea necesario. Así, casi todos conocemos que se utiliza cinta de papel perforada en los teletipos, grabación mecánica de los surcos de discos de material plástico, bandas de lectura óptica en el cine comercial de 35 mm, etc.*

Pero el sistema más difundido de todos es el registro en cinta magnética, con muy diferentes variaciones, desde el más barato magnetófono a casete hasta sofisticados sistemas de pistas múltiples para instrumentación o los empleados en vídeo profesional, con anchos de banda próximos a los 10 MHz.

Existen sistemas de grabación de audio de gran calidad, con magnetófono de bobinas que llevan diferentes velocidades de arrastre de cinta, y varias pistas, así como una exten-




*Sistema básico de grabación en cinta magnética.*

sa gama de magnetoscopios de uso profesional, de alta calidad y amplias prestaciones.

También es importante citar el empleo de cintas magnéticas como memoria masiva en equipos informáticos.

## El registro magnético

A partir de la señal que se quiere grabar, convenientemente ecualizada y elevada de nivel, se obtiene una corriente que se hace pasar a través de las bobinas de la cabeza de grabación, con lo cual se crea un campo magnético que provoca imanaciones de las partículas de la cinta.

El proceso inverso consiste en hacer pasar la cinta delante de la cabeza de reproducción a la misma velocidad que ha sido grabada; las imanaciones de la cinta producen alteraciones de flujo magnético delante de la cabeza de producción, induciendo corrientes en las bobinas de la misma; esta señal convenientemente amplificada y ecualizada será prácticamente igual a la señal grabada, si el sistema empleado es de suficiente calidad.

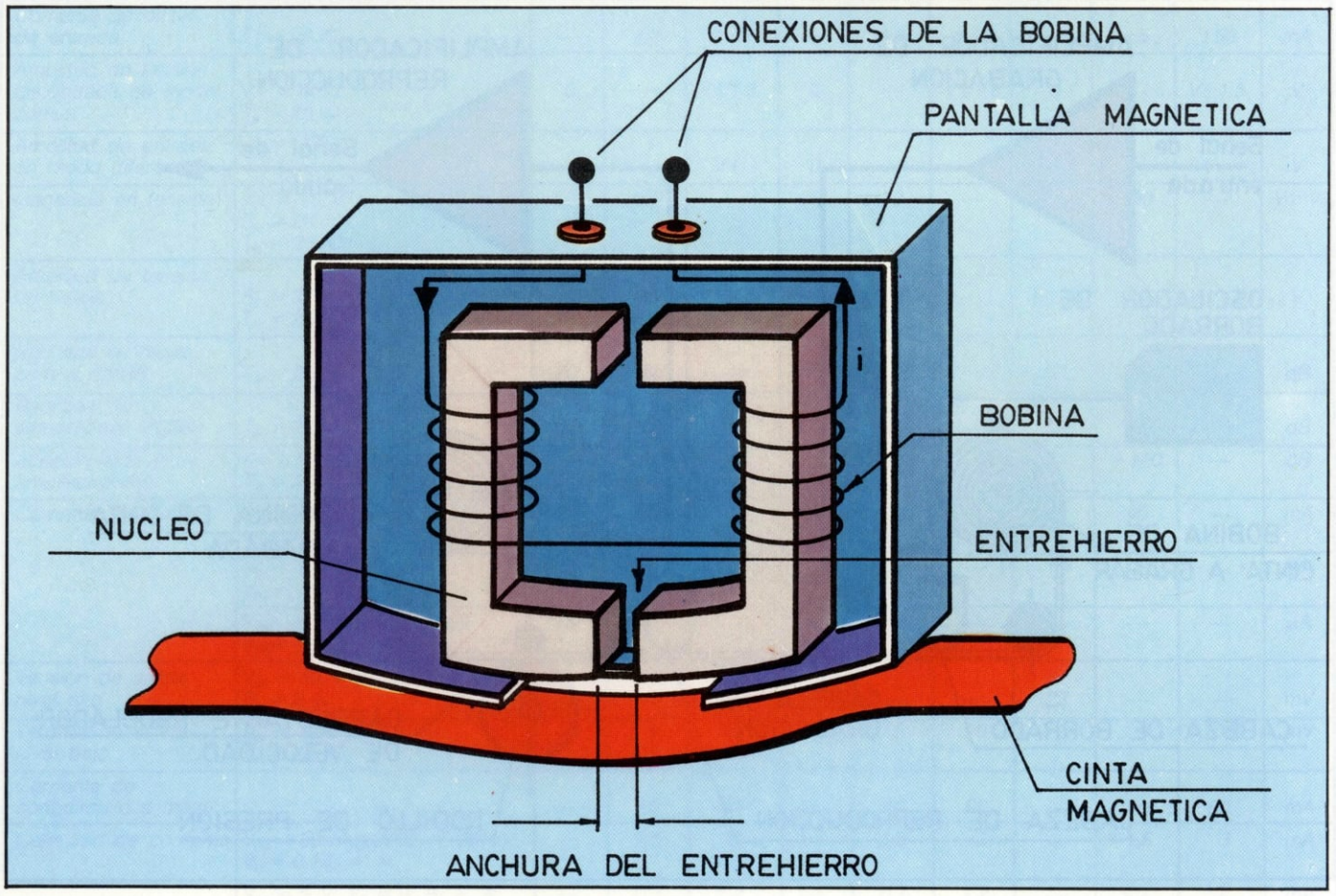
La principal ventaja del registro magnético es la de no ser destructivo, siendo recuperable el material utilizado; es decir, una cinta se puede grabar varias veces, aunque antes de cada una de ellas sea necesario realizar el proceso de borrado.

## La cinta magnética

Actualmente las cintas magnéticas están compuestas por un soporte de material plástico, muy fino, con gran robustez y estabilidad de sus dimensiones; sobre este soporte se deposita una finísima capa de polvo magnético mezclado con una sustancia adherente adecuada; esta capa es la que hace contacto con la cabeza magnética.

En principio, el polvo magnético estaba constituido por óxido férrico, utilizándose partículas de 0,6 $\mu$m o más para cintas de baja frecuencia y de menor tamaño para cintas de alta frecuencia.

Posteriormente llegaron a tener gran difusión las cintas de óxido crómico, que daba mayor respuesta a las altas frecuencias y proporcionaban una mejor relación señal-ruido, pero presentaban el inconveniente de necesitar distintos niveles de grabación, reproducción y polarización que el óxido férrico, lo que obligaba a retocar los aparatos, y además el óxido crómico es altamente abrasivo y acortaba la vida de las cabezas magnéticas.




*Dibujo esquemático de una cabeza magnética.*

Hoy día se están poniendo de moda cintas de metal puro que no son tan abrasivas y tienen características electromagnéticas excelentes.

Hay que tener en cuenta que cada partícula del polvo magnético se comporta como un imán elemental, que se orientará según el campo magnético aplicado durante la grabación.

Como consecuencia de esto, si se somete la cinta a la acción de un campo magnético exterior, como puede ser el existente en las proximidades de un imán o un altavoz, estos minúsculos imanes cambiarían de orientación, con lo cual se alteraría el contenido de la cinta.

## Cabezas magnéticas

Básicamente son iguales las cabezas de grabación y reproducción. Supongamos, entonces, que tenemos una cabeza de grabación y observamos su estructura.

El núcleo está formado de material paramagnético, generalmente láminas de *mumetal,* que es una aleación de hierro y níquel. Sobre este núcleo se enrolla una bobina por la que circula la corriente que produce el campo magnético imanador. Las líneas de fuerza del campo creado se cierran a través del entrehierro y algunas a través de la cinta, orientando las partículas magnéticas de la misma.

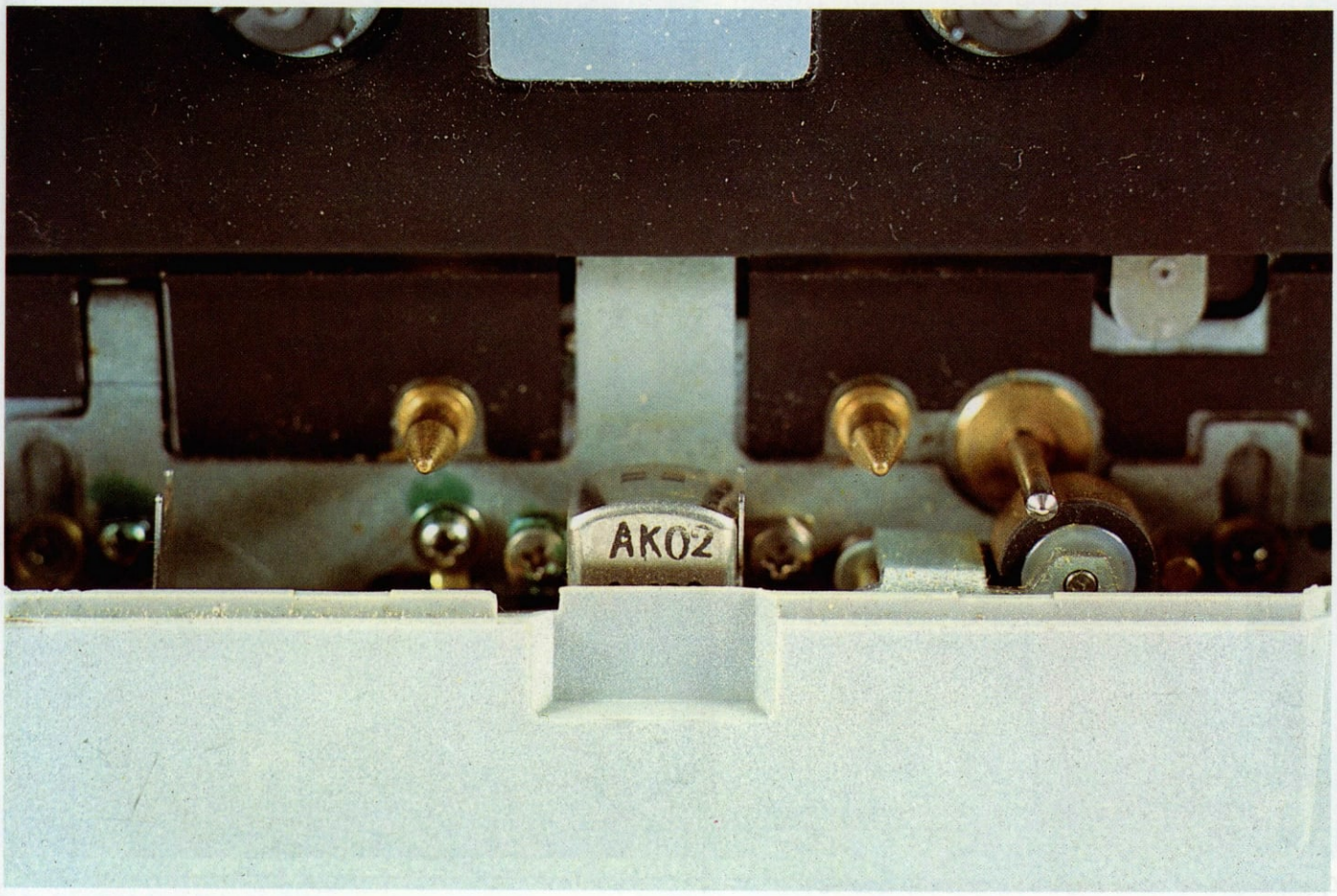
En el proceso de reproducción, estos pequeñísimos imanes alteran a su paso el campo magnético y, por tanto, el voltaje inducido sobre las bobinas de la cabeza de reproducción.

Debe tenerse la precaución de no tocar nunca las cabezas magnéticas con ninguna herramienta que esté imantada. Tampoco se deberá medir la continuidad eléctrica de la misma con un óhmetro, pues al necesitar una corriente continua para efectuar la medida puede producirse una imanación permanente, que tendrá como consecuencia un incorrecto funcionamiento de la misma. No obstante, existen aparatos desmagnetizadores que solucionan esta avería en la mayoría de los casos.

## Velocidad de la cinta

La cinta debe circular a una velocidad constante. En los magnetófonos a casete está normalizada a 4,75 cm por segundo.

Existe otro parámetro a tener en cuenta; es




*Reproductor de casetes de audio.*

*Diversos tipos de cintas magnéticas, utilizadas tanto en audio como en vídeo.*

la anchura del entrehierro, o distancia entre las dos partes del núcleo por donde se cierran las líneas de flujo magnético. Esta distancia, en el caso ideal, deberá ser igual a la mitad de un período completo de la señal, correspondiente a la frecuencia máxima, para que la respuesta sea la óptima. Si la distancia fuera exactamente igual a un período completo la señal de salida será mínima.

Supongamos como ejemplo una señal de 1.000 Hz. Su período será de 1/1.000 s., y la cinta estará arrastrada a una velocidad constante de 4,75 cm por segundo. Empleando la conocida fórmula $e = V \cdot t$, el espacio ocupado en la cinta por un período será de $e = (1/1.000) \cdot 4{,}75 = 0{,}00475$ cm $= 4{,}75\ \mu$m, o sea, para reproducir una frecuencia de 1.000 Hz es recomendable que el entrehierro tenga una anchura de 47,5 $\mu$m como máximo.

En los magnetófonos a casete es corriente encontrar entrehierros del orden de 3 $\mu$m, con lo cual la frecuencia máxima es del orden de 15 kHz.

## Banda ancha

Siguiendo los cálculos anteriores, vemos que para obtener una frecuencia de grabación elevada se puede disminuir el tamaño del entrehierro o aumentar la velocidad de la cinta.

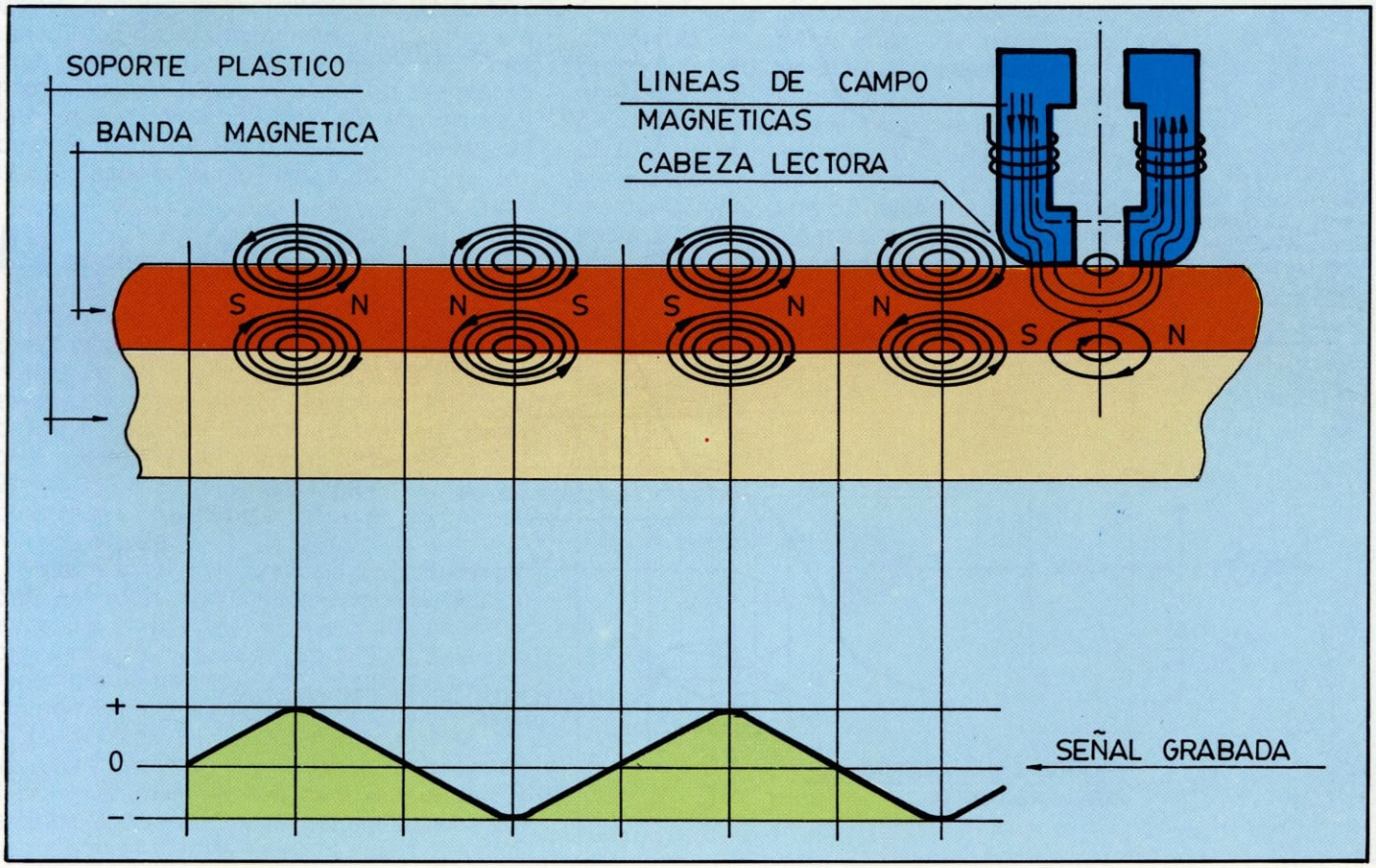
Cuando se necestian anchos de banda de 6 MHz o más, es necesario adoptar otro tipo de soluciones, como puede ser emplear cabezas giratorias; con esto se aumenta la velocidad relativa de la cinta respecto a la cabeza: Este es el sistema utilizado en los magnetoscopios, tanto de vídeo doméstico como profesionales.

## Polarización

La grabación en cinta magnética puede hacerse directamente, amplificando la señal a grabar; pero cuando la señal grabada es pequeña, el nivel de ruido es excesivo, y si la señal es grande, la distorsión llega a ser exagerada.

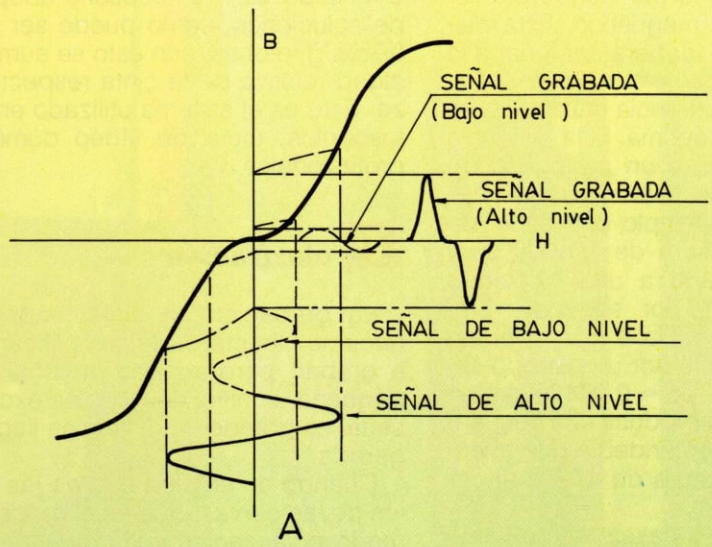
Cuando se emplea una de las zonas lineales de las curvas, que es el procedimiento llamado *polarización con corriente continua,* se mejora la respuesta, pero sólo se utiliza la mitad de la curva, y la corriente continua de polarización tiende a imantar la cinta y la cabeza magnética.

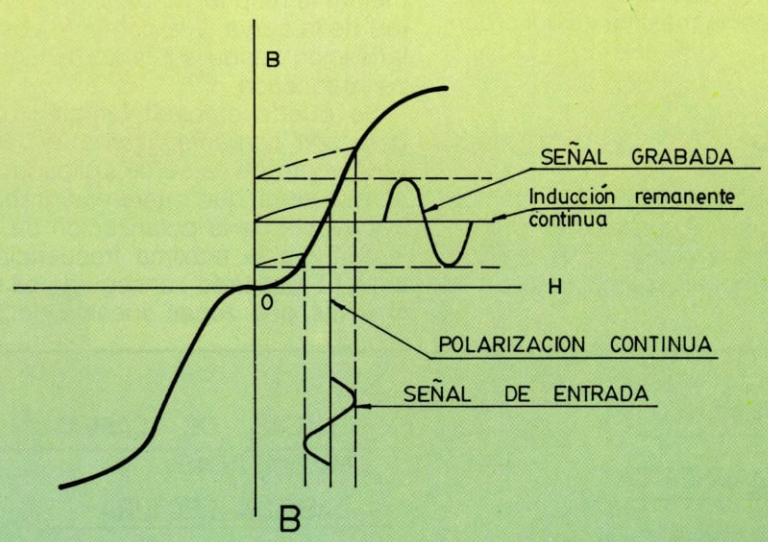
Se puede emplear también una *polarización con corriente alterna;* en este caso, la envolvente de la señal aplicada a la cabeza será la señal que queremos grabar, siendo la frecuencia de la polarización de 3 a 5 veces superior a la máxima frecuencia de grabación. El resultado conseguido es mejor, al utilizar las dos zonas lineales de la curva.

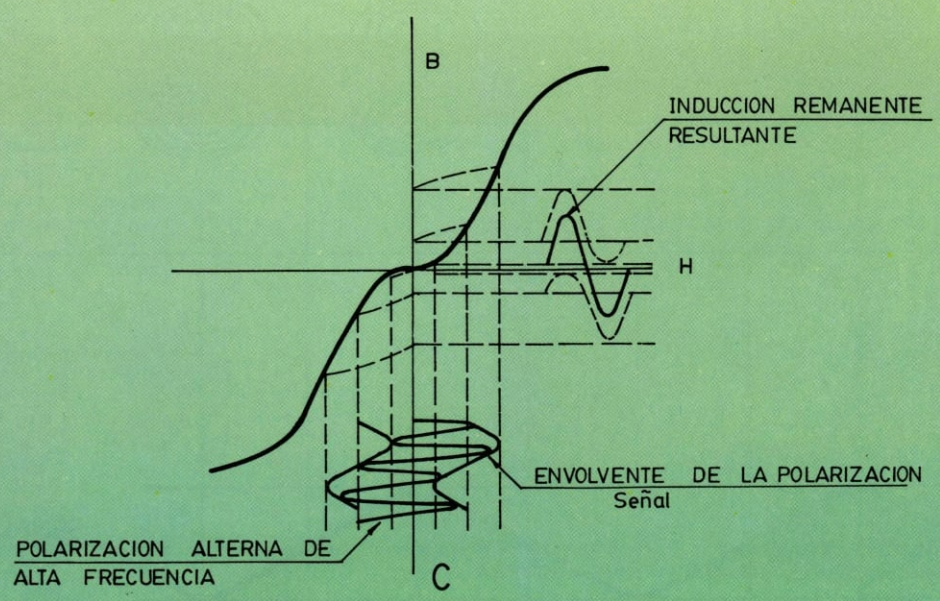



*Idea de las imanaciones producidas por una señal sinusoidal y su efecto sobre las líneas de campo magnético en una cabeza de reproducción.*

*Diferentes sistemas de grabación: Inducción imanente (B) en función del campo imanador (H).*
*a) Grabación directa.*
*b) Grabación con polarización en corriente continua.*
*c) Grabación con polarización en corriente alterna.*



# SERVOMOTOR

*El campo de aplicación de los servomotores está muy extendido actualmente, ya que se emplean para multitud de usos. Generalmente sirven para todo tipo de aplicaciones en las que se desea fijar con precisión un objeto móvil en un punto, mediante un artilugio mecánico; este servo puede ser neumático, hidráulico, eléctrico, etc.*

Los sistemas de control pueden realizarse en bucle abierto, es decir, sin realimentación. Esto solamente se da cuando los sistemas motrices son muy precisos, de forma que mediante el control del tiempo de funcionamiento sepamos, con un margen estrecho de error, en qué posición queda el elemento móvil del sistema, y aun así pueden generarse problemas derivados de la base de tiempos y del reconocimiento del último punto posicionado. Este tipo de actuadores no sólo necesitan un sistema de control complejo y delicado, sino que son caros y difíciles de conseguir en el comercio.

Generalmente se emplean sistemas de bucle cerrado para todas aquellas aplicaciones en las que puede implementarse un método cualquiera de realimentación, de tal manera que el circuito de control sepa en todo momento cuál es la posición real del eje motriz, la compare con la posición de referencia ordenada, y fuerce entonces el movimiento del motor hasta el punto requerido.

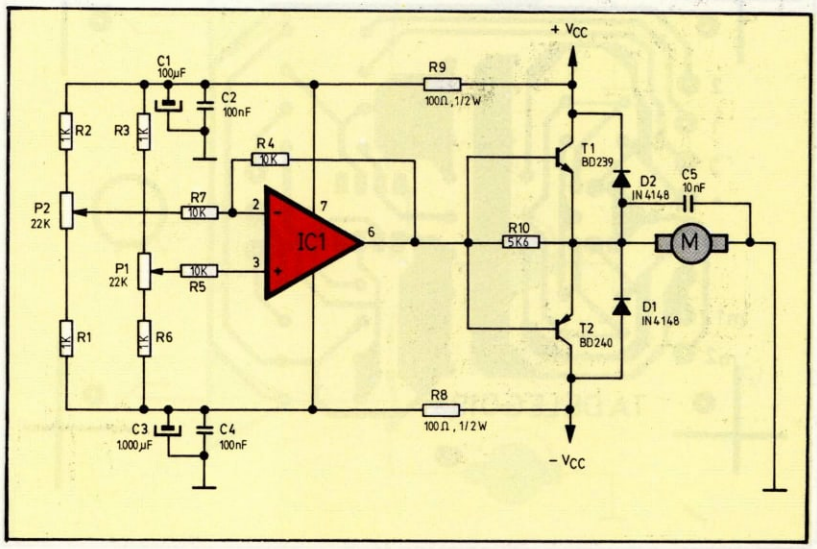
## Sistema de control y motor

El sistema de control para servomotores presentado en este capítulo permite fijar, por medio de un mando a distancia, la posición exacta del eje del motor, dentro de un ángulo cuyos límites son fijados con antelación, y que pueden estar comprendidos entre 0 y 270 ó 360 grados de arco, según el tipo de potenciómetro utilizado para el control de realimentación.

Para realizar este montaje se emplea un pequeño motor de corriente continua, fácil de encontrar en una tienda de aficionados al modelismo o al bricolage; lleva acoplada una reductora de tres etapas, y con una alimentación de 3 V consume 330 mA, girando el eje motriz a 10 rpm. Este motor es capaz de mover una masa de 7 kg acoplada a un eje de 1 cm de diámetro; quiere decir que podemos emplearlo para abrir y cerrar una llave de paso de caudal con la misma facilidad que para controlar la dirección de un juguete dirigido por cable.

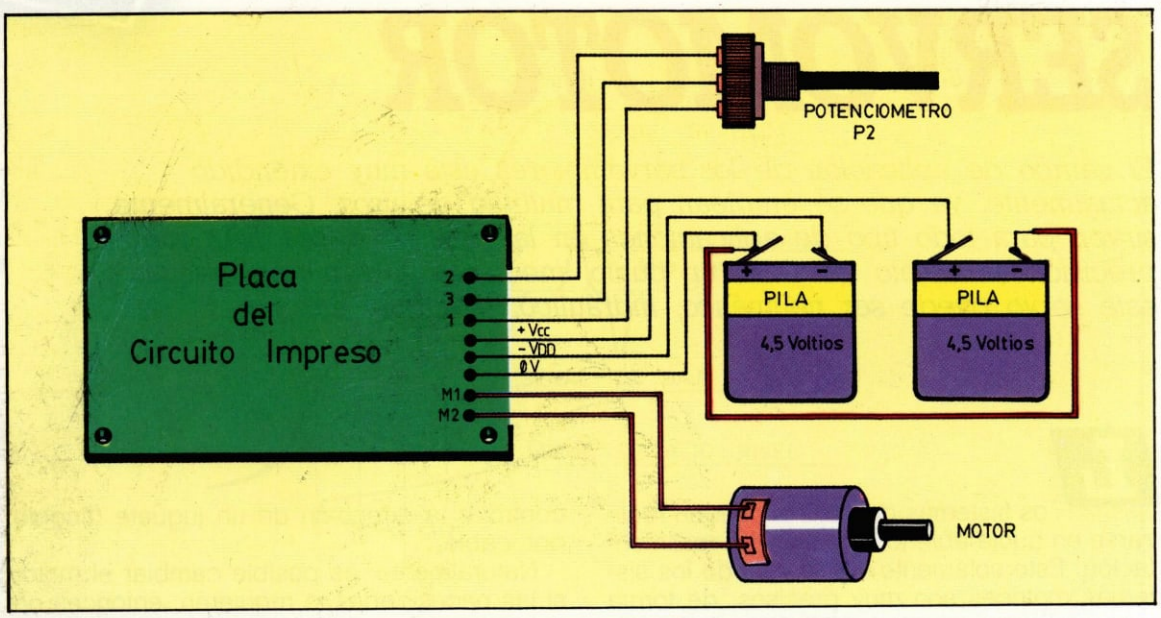
Naturalmente, es posible cambiar el motor si las necesidades lo requieren; entonces no existirán más problemas que los del acoplamiento mecánico del potenciómetro del «siervo»: el nuevo motor deberá ser lo suficientemente potente como para mover el mecanismo que le corresponda y, además, el potenciómetro de realimentación. Sin ninguna modificación este circuito puede suministrar corrientes de hasta 2 A y, separando la alimentación del motor de la del circuito de control puede incrementarse el voltaje tanto como se desee, según sean los transistores de salida empleados.

Asimismo, se puede modificar la potencia disponible en los terminales del circuito impreso con sólo cambiar los transistores originales por otros de mayor poder de conmutación, por ejemplo los populares 2N2955 y 2N3055, ya que, en todo caso, deben ser pares complementarios. También se puede aumentar la tensión de alimentación del circuito hasta ± 12 V y aún más, si separamos la alimentación del motor de la del circuito de control.

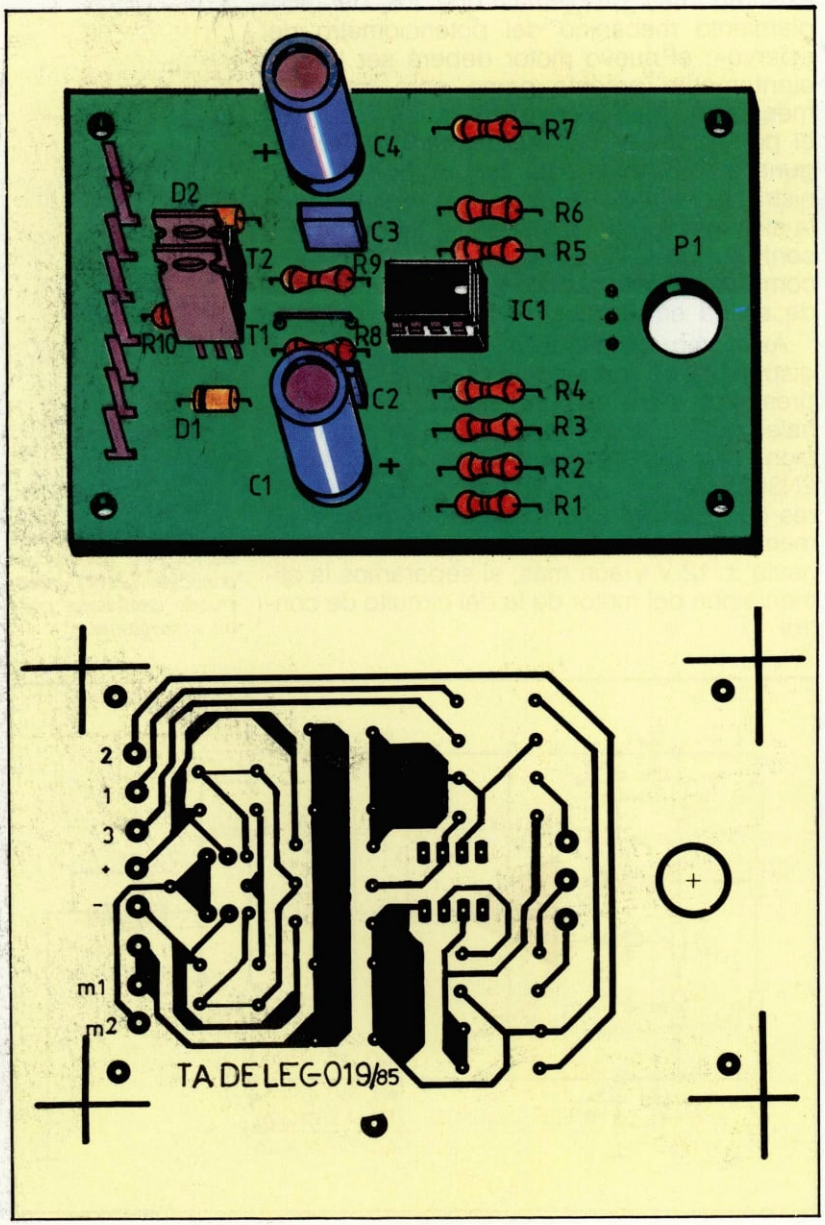



*Esquema eléctrico del Servomotor IC1; es el conocido LM741, pero puede cambiarse por un equivalente.*

*Diagrama de conexiones del servomotor, nótese que la alimentación es simétrica: dos pilas en serie con toma central.*




*Disposición de montaje de los componentes en el circuito impreso, nótese que entre R8 y R9 y en la posición de R11, hay que instalar un puente.*




## Cómo funciona

El circuito de control es sumamente sencillo. Está diseñado en torno al popular amplificador operacional 741, el cual va montado en forma de amplificador diferencial de ganancia unidad: Vo = (V+) − (V−); la curva de respuesta puede verse en la figura adjunta. En la patilla 3 del integrado (V+) se fija la tensión de referencia mediante el potenciómetro P2; el potenciómetro P1 suministra al integrado una tensión de entrada en la patilla 2 (V−), que depende de la posición del eje motriz. Si V− es mayor que V+, la tensión de salida es negativa; por lo que se pone el transistor BD 240 (PNP) en saturación, y el otro transistor (BD 239) en corte, girando el motor en el sentido de las agujas del reloj. El potenciómetro P1 está mecánicamente acoplado al eje motriz, de manera que gira solidariamente con éste (P1 puede ser multivuelta); así pues, la diferencia de tensiones va disminuyendo paulatinamente y, en consecuencia, la tensión de salida disminuye de forma paralela. Cuando la diferencia de tensión es inferior a la necesaria para la polarización del transistor, éste entra en la zona de corte dejando de conducir y el motor se para.

Existen algunos componentes auxiliares en este circuito, cuya función pudiera parecer poco clara a primera vista; éstos son R8 y R9. Estas resistencias de 100 Ω se emplean, junto con los condensadores C1, C2, C3 y C4, para eliminar parte del ruido producido por el motor cuando está funcionando; en esta función cooperan los diodos D1 y D2, y es muy útil soldar un condensador de 10 nF entre los terminales de conexión del motor; la resistencia R10, de 5K6, se emplea para polarizar los transistores.

El valor de los potenciómetros P1 y P2 no es crítico, puede ser alterado bien hacia arri-

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R2 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R3 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R4 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R5 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R6 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R7 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R8 - Resistencia 100 Ω (marrón, negro, marrón).
R9 - Resistencia 100 Ω (marrón, negro, marrón).
R10 - Resistencia 5K6 (verde, rojo, azul).

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 1.000 μF Electrolítico, 16 V.
C2 - Condensador 100 nF Poliéster.
C3 - Condensador 100 nF Poliéster.
C4 - Condensador 1.000 μF Electrolítico, 16 V.

*POTENCIOMETROS*

P1 - Potenciómetro lineal 22 K.
P2 - Potenciómetro lineal 22 K.

*DIODOS*

D1 - Diodo 1N4148.
D2 - Diodo 1N4148.
D3 - Diodo (1N4148) puente.
D4 - Diodo (1N4148) puente.

*TRANSISTORES*

T1 - Transistor BD 239 (2N3055) (TIP 3055).
T2 - Transistor BD 240 (2N2955) (TIP 2955).

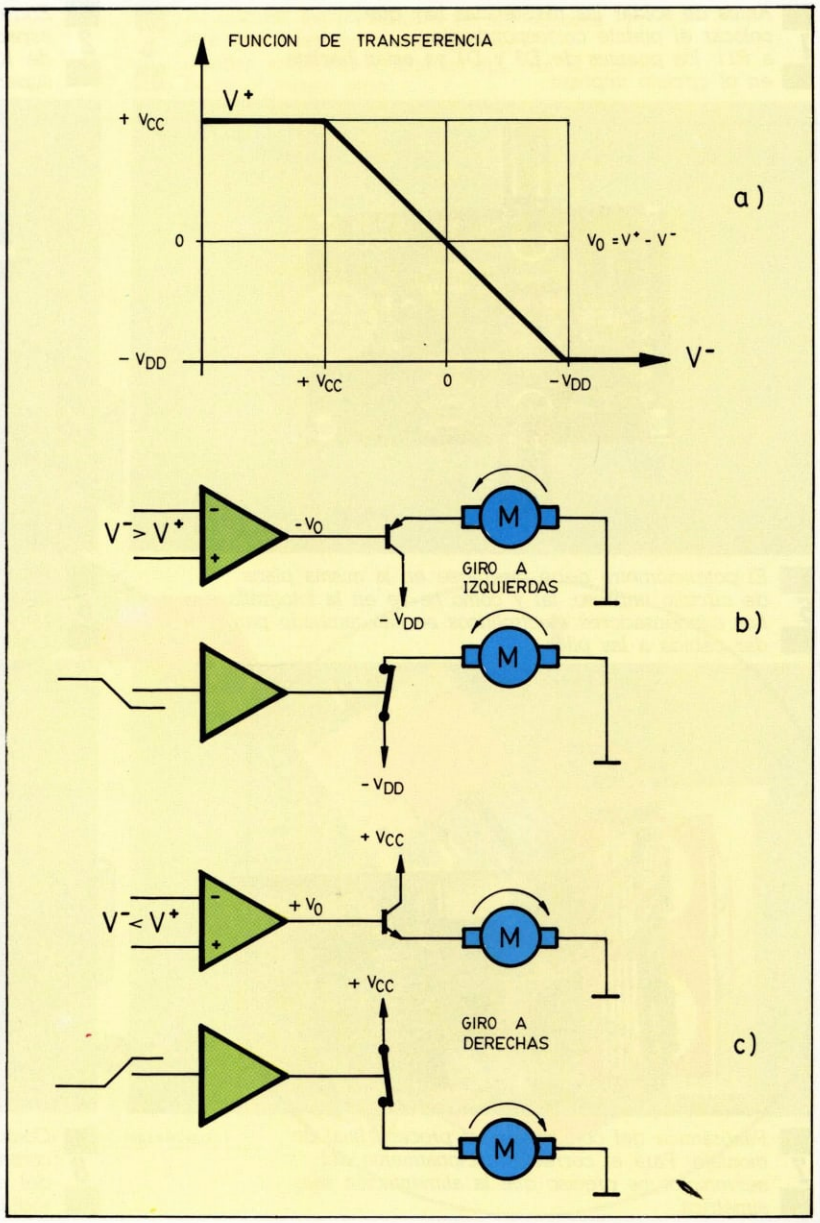
*VARIOS*

— Caja RP3.
— Motor 3 Vcc con reductora.
— 2 poleas o engranajes 1:1.

ba o hacia abajo. Si se emplean potenciómetros de mayor valor óhmico hay que tener en cuenta que aumentará ligeramente el ruido en la entrada del operacional, y si disminuye hay que cuidar que el consumo no sea excesivamente alto; en este caso hay que disminuir proporcionalmente el valor de las resistencias adjuntas R1, R2, R3 y R6. Todos los valores mencionados en la lista de componentes se han calculado para un voltaje de alimentación de ±4,5 V, y el circuito funciona sin problemas con tensiones de hasta ± 9 V. Para mayores tensiones hay que volver a efectuar los cálculos.

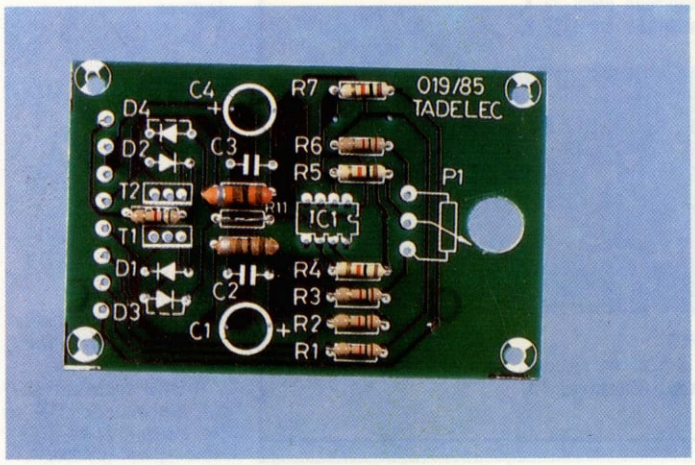
## Construcción y montaje

La construcción del control electrónico del servomotor no debe constituir ningún problema. En la tarjeta de circuito impreso están serigrafiadas las posiciones de cada uno de los componentes, y si desea hacérselo usted mismo le resultará sencillo, las pistas son de grosor suficiente y lleva pocos componentes. Solamente habrá que prestar atención con la posición inicial de la placa al comenzar el proceso de montaje, ya que vista por el lado de componentes, casi es simétrica. El circuito impreso se ha diseñado pensando en su empleo con mayores diferencias de potencial que la empleada inicialmente. Debido a ello, existen espacios libres para colocar más componentes (dos diodos y dos resistencias). Para tensiones de alimentación de hasta 9 V se soldará un puente entre los puntos indicados en la serigrafía respetando al resto de los componentes; si se van a emplear voltajes superiores se sustituirán los puentes por los valores indicados en la lista de componentes y se colocará una resistencia de 10 kΩ en el espacio libre simétrico entre R6 y R7 (posición sin serigrafía).

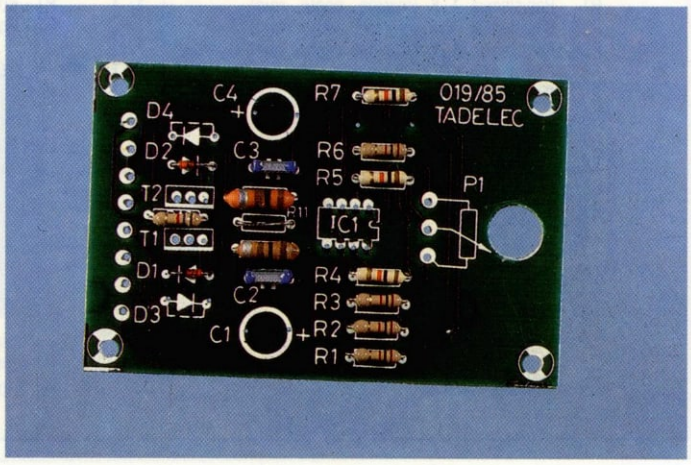



*a) Función de transferencia del circuito. b) Respuesta esquemática cuando V− es mayor que V+. c) Respuesta del circuito cuando V+ es mayor que V−.*

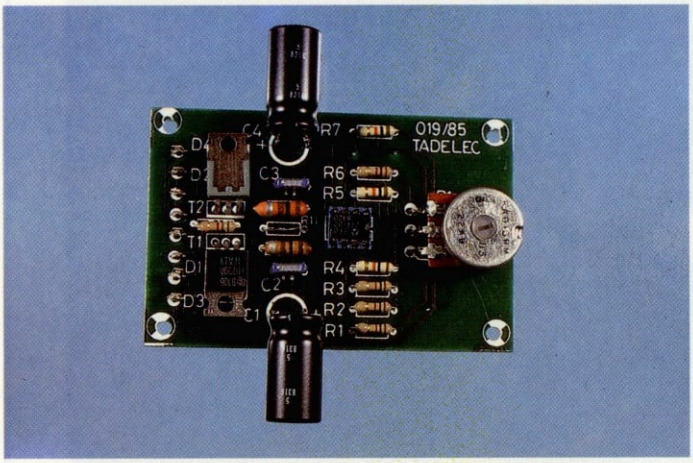
El montaje mecánico no plantea muchos problemas, ya que el contenedor del motor es lo suficientemente amplio para poder introducir en su interior el potenciómetro de bajo perfil, adecuado para ello. Hay que tener presente que antes de proceder a esta opera-



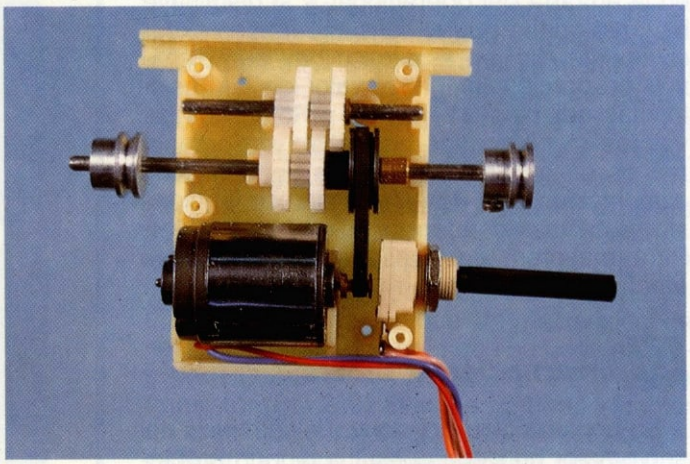

**1** *Antes de soldar las resistencias hay que colocar el puente correspondiente a R11; los puentes de D3 y D4 ya están hechos en el circuito impreso.*



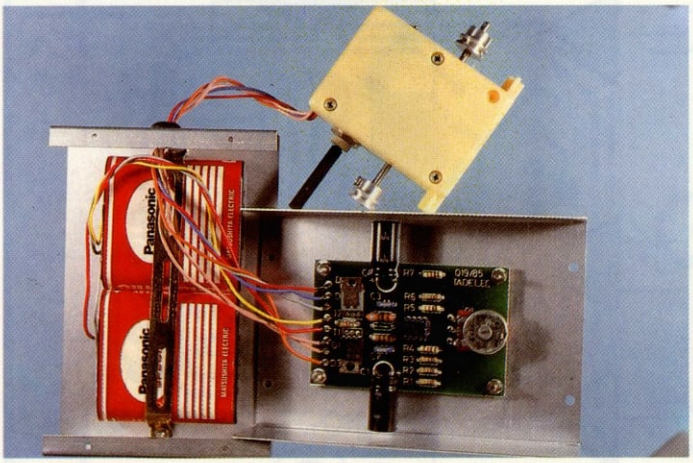

**2** *Entre R6 y R7 hay un lugar vacío. Este espacio sólo se completa con una resistencia de 10 K cuando la tensión de alimentación sea superior a ± 12 V.*



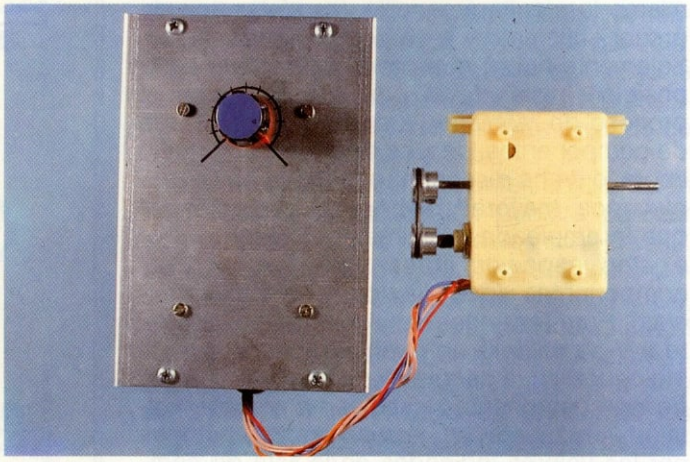

**5** *El potenciómetro debe insertarse en la misma placa de circuito impreso, tal y como se ve en la fotografía. Los condensadores electrolíticos se han tumbado para dar cabida a las pilas.*



**6** *Vista del motor con la reductora y el potenciómetro «siervo» acoplado en la misma caja para formar un bloque solidario, a fin de reducir errores.*

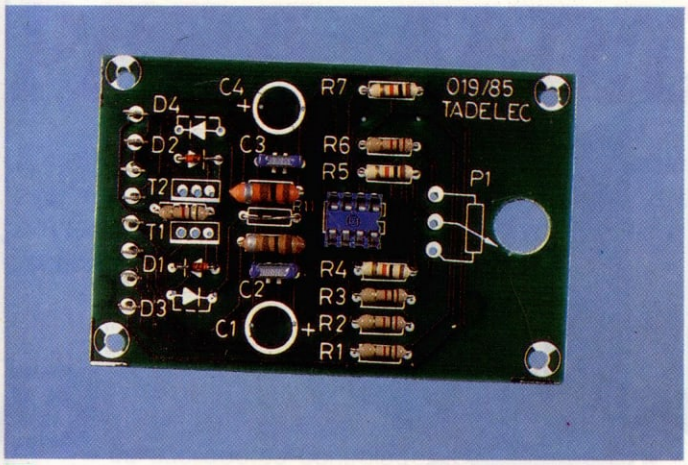



**7** *Panorámica del conjunto en el proceso final de montaje. Para el correcto funcionamiento del servomotor es preciso que la alimentación sea simétrica.*

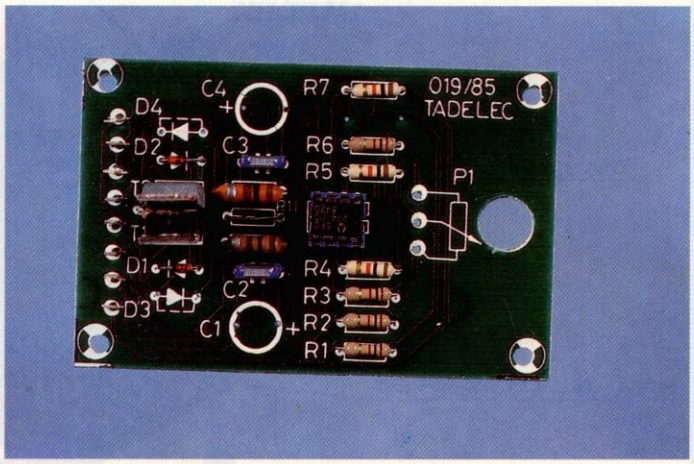


**8** *Conjunto completo del servomotor con el mando de control y la fuente de alimentación incluidos en la caja del circuito. La relación angular se ajusta con los rodillos de la polea, inicialmente 1:1.*

ción es preciso taladrar un orificio de 10 mm de diámetro en la tapa del motor, con el fin de dar salida al eje del potenciómetro. El acoplamiento mecánico se efectúa preferentemente mediante una polea de goma o un engranaje de relación 1:1 ó 1:10.




**3** *Como en anteriores ocasiones, le recomendamos emplear un zócalo para insertar los circuitos integrados a fin de evitar averías por exceso de calor.*




**4** *Al insertar los transistores en sus taladros hay que tener en cuenta que no quedan enfrentados, sino en fila, con el frontal hacia el mismo lado.*

*Disposición de todos los elementos para su instalación definitiva; el potenciómetro de control se instala en la caja del motor.*

BOTON DE MANDO
TORNILLOS DE FIJACION DE LA PLACA DEL CIRCUITO IMPRESO
TAPA DE LA CAJA
PLACA DE CIRCUITO IMPRESO
MOTOR
POTENCIOMETRO
PILAS DE ALIMENTACION
BASE DE LA CAJA
GOMA PASAMUROS

*Detalle del montaje del VCO en su caja definitiva*

BOTONES DE MANDO

TAPA DE LA CAJA

CONMUTADOR

PLACA DEL CIRCUITO IMPRESO

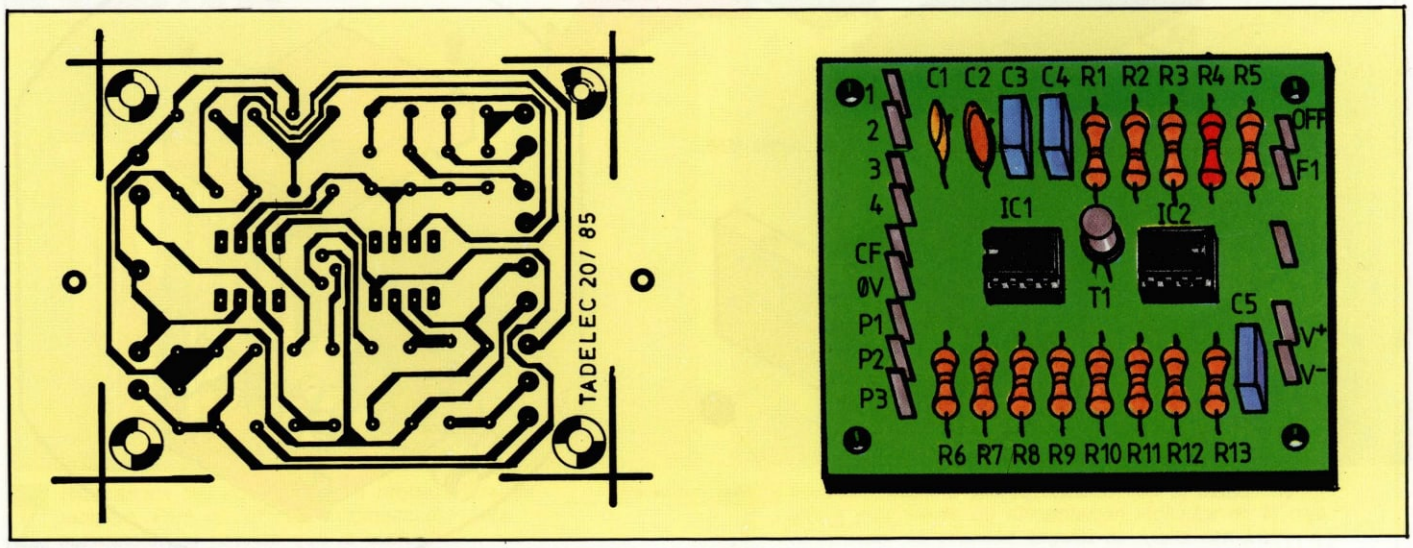
SEPARADORES DE 10 mm.

CONECTOR HEMBRA

BASE DE LA CAJA

TORNILLOS DE FIJACION DE LA CAJA

TORNILLOS DE FIJACION DEL CIRCUITO IMPRESO




 *Circuito impreso del VCO. Se ha representado a su tamaño real.*

# VCO DE PRECISION PARA AUDIO

**DIFICULTAD:** ☆
**COSTO:** ○
**TIEMPO:** □

*Como ya sabe el lector, un VCO es un oscilador cuya frecuencia se regula por medio del voltaje aplicado a la entrada de control; el nombre proviene de las siglas del dispositivo escritas en inglés (Voltage Controlled Oscilator).*

Los osciladores controlados por tensión se emplean en numerosas aplicaciones en el campo de la instrumentación, acústica, electromedicina, etc., por ejemplo: en un convertidor analógico-digital, la tensión de entrada determina la frecuencia de salida, que posteriormente se medirá durante un tiempo fijo; en este caso, el número de pulsos debe tener una correspondencia lineal exacta con la tensión de entrada, para que un contador dispuesto a continuación indique sobre un display el número de pulsos o los almacene hasta que le sean reclamados por el procesador correspondiente.

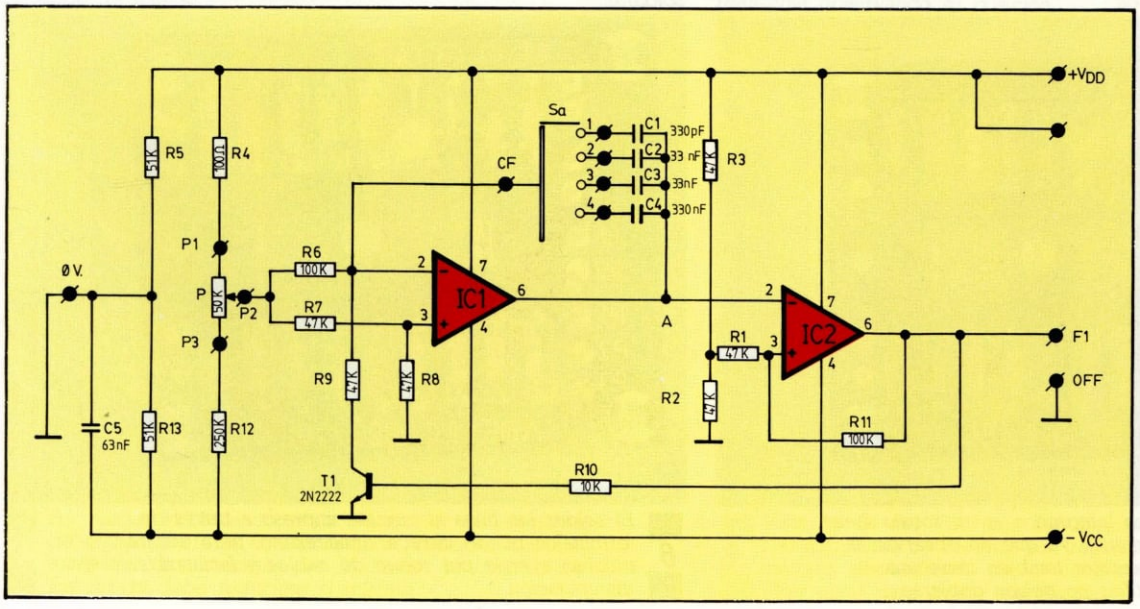
En electroacústica los osciladores controlados en tensión se emplean para realizar el ajuste de las frecuencias de salida de teclados, para sintetizadores musicales, etc.

En electromedicina también pueden emplearse para controlar la respuesta espectral del oído humano en todo el campo auditivo, etcétera.

## Conceptos generales

Generalmente, un VCO parte de un oscilador de relajación sobre una configuración basada en amplificadores operacionales; la salida de este oscilar es habitualmente triangular, puesto que responde a la carga de un condensador; el error de pendiente viene disminuido por la regulación de la corriente de carga. Al reducir la tensión de carga máxima del condensador, bajamos el tiempo necesario para efectuar dicha carga, y, por tanto, aumenta la frecuencia de respuesta del sistema. Dos amplificadores operacionales son necesarios, ya que conmutan al cruce de la tensión de entrada por la tensión de referencia, que es controlable en todo el margen de la tensión de alimentación, tanto positiva como negativa.

Puesto que la frecuencia se regula por medio de la tensión de carga del condensador,




*Esquema completo del VCO. IC1 e IC2 deben ser amplificadores operacionales de buena calidad, van en pastillas separadas con el fin de evitar influencias mutuas.*

es importante que esta tensión sea lineal, es decir, que tenga forma de pendiente recta, puesto que si no, la respuesta será logarítmica y no lineal. Cuando más cerca esté la tensión de carga del condensador de la línea recta, mayor será la linealidad del sistema y, por tanto, la precisión del mismo.

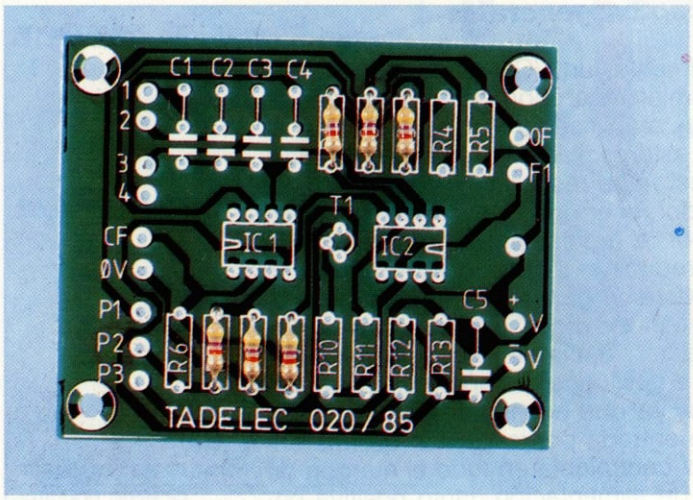
## Cómo funciona

Para saber cómo funciona el oscilador tenemos que remitirnos al esquema adjunto: IC1, junto con su red de condensadores y resistencias forma un integrador típico; este dispositivo genera una rampa de tensión rectilínea cuando se le aplica una tensión continua a la entrada. El punto de conmutación de la rampa está determinado por las resistencias R7, R8, R1 y R2, que forman los divisores de tensión en las entradas no inversoras. R1 y R2 fijan el límite inferior de la rampa a la cuarta parte de la tensión de alimentación, y R7 y R8 fijan el límite superior, que depende de la frecuencia y está comprendido entre las tres cuartas partes de la tensión de alimentación y el total de ella; por consiguiente, la onda disponible en el punto A es una onda triangular, cuya amplitud está comprendida entre 6 y 9 V para una tensión de alimentación de 12 Vcc.

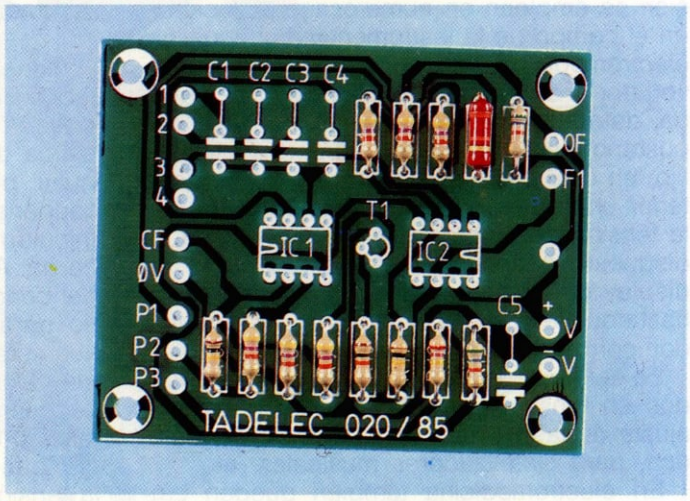
El segundo amplificador operacional funciona como un «trigger de Schmitt» escuadrando la señal de salida de IC1, y proporcionando al transistor T1 la señal necesaria para que descargue el condensador cuando la rampa descendente haya llegado a la mitad de tensión respecto de la masa virtual.

Las resistencias R5, R13 y el condensador C5 sitúan la masa virtual del sistema a $\frac{Vcc}{2}$.

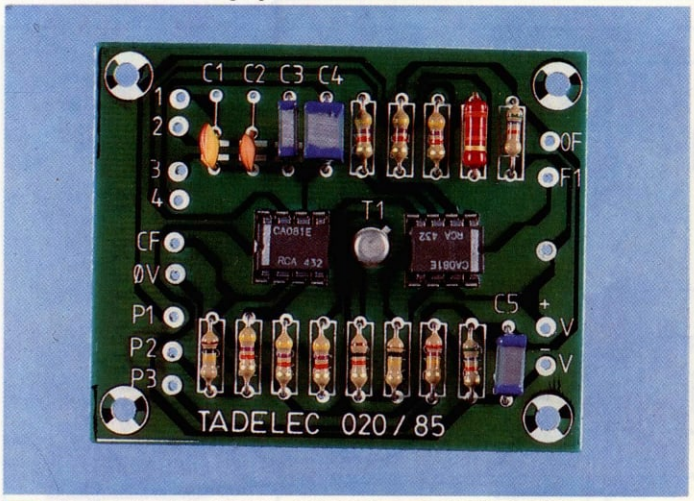
Este dispositivo no es absolutamente necesario para que funcione el oscilador, pero con-



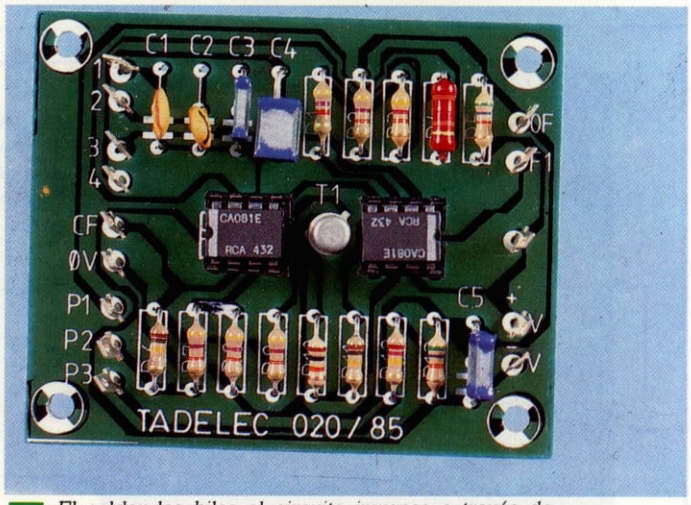

**1** *La instalación de las resistencias es el primer paso a realizar en este montaje. Después de seleccionarlas se intalarán primero las de igual valor, en total seis de 47 K, en dos grupos.*




**2** *A continuación se preformarán las resistencias restantes y se seleccionarán las correspondientes al valor indicado en la lista de componentes, después se introducirán en sus taladros correspondientes y soldarán.*




**5** *Al insertar los circuitos integrados en el zócalo fíjese bien en el posicionamiento, ya que no observan la misma posición. El transistor también tiene una posición fija y sus patillas no deben doblarse.*



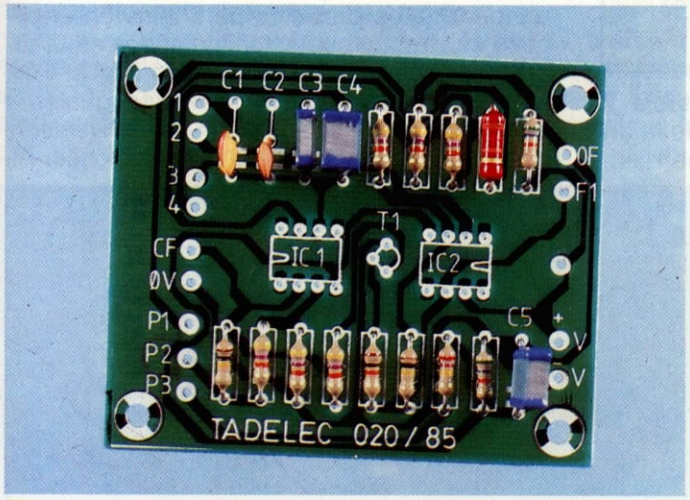

**6** *El soldar los hilos al circuito impreso a través de terminales puede parecer innecesario, pero evitará muchas averías por rotura de cables y facilitará su manipulación.*

viene recordar que los amplificadores operacionales deben alimentarse con fuentes de tensión dobles, ya que en caso contrario podrían presentar problemas, funcionando irregularmente, salvo que se haya previsto esta contingencia en su diseño original. La utilización de una masa flotante, situada a la mitad de la tensión de alimentación, garantiza el equilibrio del sistema.

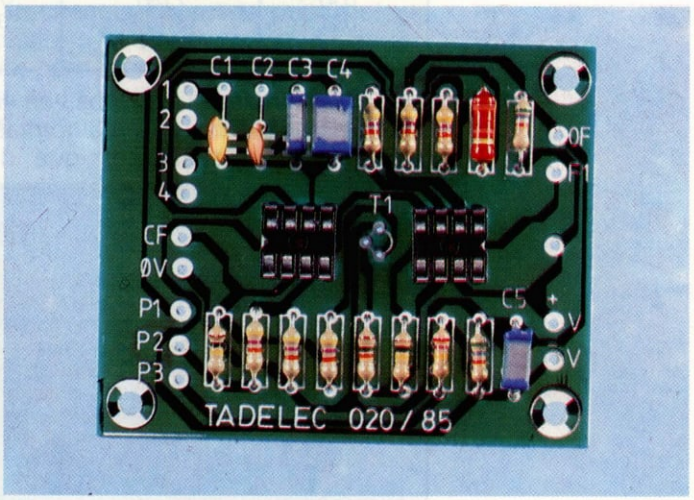
El control de frecuencia se efectúa por medio del potenciómetro P, y las resistencias R4 y R12; la misión de estos componentes es regular la tensión de entrada al oscilador; R12 garantiza la tensión mínima de disparo, y R14 limita la tensión superior al valor de Vcc. Esta parte del circuito puede eliminarse si el VCO forma parte de un montaje más complejo; en este caso la tensión de funcionamiento puede conectarse a la entrada P2, y la masa a la entrada 0 V, si bien hay que tener cuidado en este punto, ya que la masa del circuito está situada a 6 V sobre la entrada – V, como hemos aclarado anteriormente.

Este circuito nos suministra dos formas de onda: una triangular, disponible en la patilla 6 de IC1, y una onda cuadrada, disponible en la salida F1 (F0 es la masa de referencia). Los rangos de frecuencia previstos en el circuito impreso son cuatro, y están controlados por los condensadores C1, C2, C3 y C4. Los márgenes de frecuencia obtenidos con cada uno de ellos pueden observarse en la tabla 1, que se ha confeccionado considerando R6 = 100 kΩ, y los valores de los condensadores en nanofaradios (un nanofaradio —nF— es igual a $10^{-9}$ F).

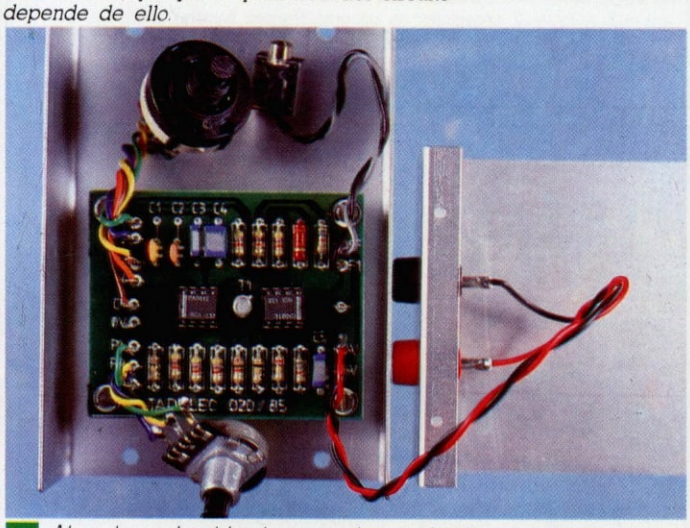
La resistencia R6, originalmente prevista de 100 kΩ, puede sustituirse por una resistencia ajustable del mismo valor, o por un potenciómetro, con objeto de fijar con mayor precisión los márgenes de cada rango, o realizar un ajuste fino de frecuencia.



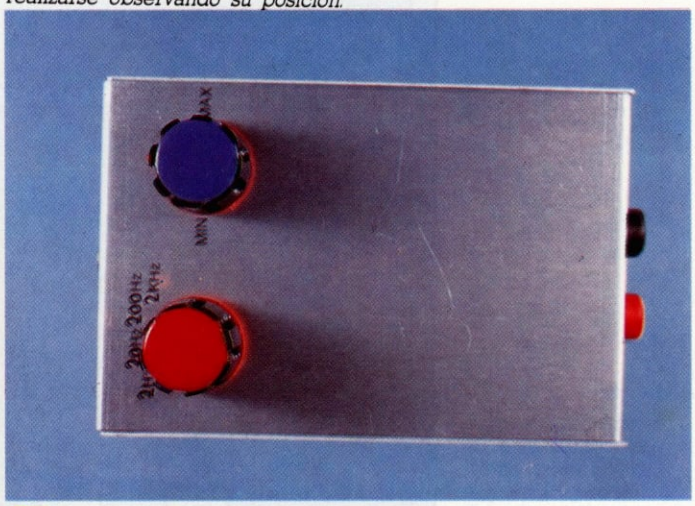

**3** *El número de condensadores que lleva el circuito es limitado, pero es importante que los que empleemos sean estables y de buena calidad, ya que la precisión del circuito depende de ello.*




**4** *Antes de instalar los semiconductores es conveniente soldar zócalos, operación que evitará muchas averías prematuras en los circuitos integrados. Esta operación debe realizarse observando su posición.*



**7** *Al realizar el cableado antes de acoplar los elementos de mando sobre la tapa podremos probar el montaje antes de dar el sistema por finalizado. La longitud de los cables debe reducirse al mínimo.*




**8** *Vista frontal del VCO una vez finalizado y ajustado. Los márgenes de medida son regulables en un amplio margen, dependiendo de los condensadores elegidos. (Ver texto para mayor explicación.)*

| TABLA 1 | | |
|---|---|---|
| C (nF) | $F_{min}$ (Hz) | $F_{max}$ (Hz) |
| 330 | 9 | 19 |
| 33 | 100 | 201 |
| 3,3 | 1.009 | 2.019 |
| 0,33 | 10.100 | 20.201 |

| TABLA 2 | | |
|---|---|---|
| C (nF) | $F_{min}$ (Hz) | $F_{max}$ (Hz) |
| 220 | 14 | 29 |
| 100 | 32 | 65 |
| 47 | 69 | 140 |
| 22 | 150 | 302 |
| 10 | 332 | 665 |
| 4,7 | 708 | 1.417 |
| 2,2 | 1.514 | 3.029 |
| 1,0 | 3.332 | 6.665 |
| 0,47 | 7.091 | 14.183 |
| 0,22 | 15.150 | 30.302 |

A continuación indicamos, en la tabla 2, realizada según las mismas normas de la anterior, los condensadores que deben emplearse para obtener márgenes de frecuencia comprendidos entre 14 Hz y 30 kHz.

La escala entre rangos puede emplearse sustituyendo R6 por un potenciómetro lineal de 50 kΩ en serie con una resistencia, según se indica en el texto, cuando el ajuste es manual. Aunque no afecta a la linealidad del sistema, la precisión puede verse afectada si el potenciómetro empleado no es de muy buena calidad.

Aunque se ha previsto el circuito impreso para cuatro condensadores, con el fin de evitar en lo posible las capacidades parásitas, el resto de los condensadores pueden incluirse, si se desea, soldándolos directamente al conmutador de 10 posiciones (Ver disposición en el esquema adjunto.)

## Construcción

Comenzaremos por instalar las resistencias en los lugares previstos para ellas en el circuito impreso, y que están indicados en la serigrafía correspondiente. Debido a que existen muchas resistencias de valores iguales, y otras con valores similares, es conveniente ordenarlas antes para evitar confusiones. Al-

### LISTA DE COMPONENTES

R1 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R2 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R3 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R4 - Resistencia 100 Ω (marrón, negro, marrón).
R5 - Resistencia 56 K o 51 K (verde, azul, naranja).
R6 - Resistencia 100 kΩ (marrón, negro, amarillo).
R7 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R8 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R9 - Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R10 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R11 - Resistencia 100 K (marrón, negro, amarillo).
R12 - Resistencia 270 K o 250 K (rojo, violeta, amarillo).
R13 - Resistencia 56 K o 51 K (verde, azul, naranja).
P - Potenciómetro lineal 50 K (montaje panel).

*CONDENSADORES*

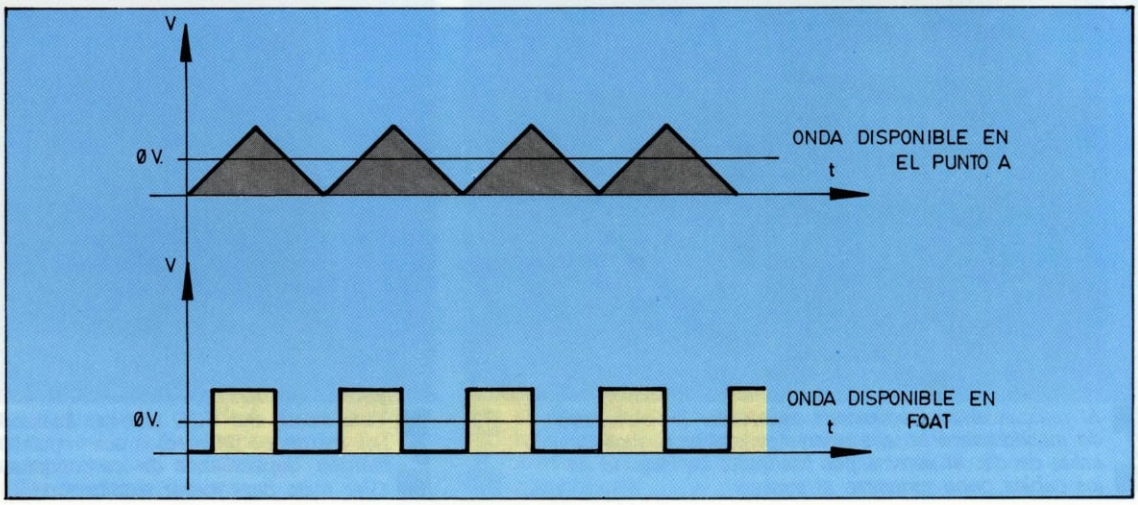
C1 - Condensador 330 pF.
C2 - Condensador 3,3 nF.
C3 - Condensador 33 nF.
C4 - Condensador 330 nF.
C5 - Condensador 68 nF.

*TRANSISTORES Y C. INTEGRADOS*

T1 - Transistor 2N2222.
IC1 - Circuito integrado TL081 o LM741.
IC2 - Circuito integrado TL081 o LM741.

*VARIOS*

— Sa Conmutador de 4 posiciones (montaje panel).
— 2 zócalos de 8 patas.
— 1 caja RP1.
— 2 conectores de un polo (banana hembra).
— 1 conector Jack hembra miniatura.
— 2 botones de mando para potenciómetro y conmutador.




*Formas de onda disponibles en el punto «a» y en la salida F1. Se ha considerado útil solamente una de las salidas, pero ambas son practicables.*

gunas resistencias, tales como R5 y R13, pueden sustituirse por otras de valor próximo, siempre que el cambio se haga por parejas, en el caso de no hallar el valor indicado en la lista de componentes. Pero otras resistencias, como es el caso de R12, tienen valores críticos y no pueden cambiarse.

Las resistencias R6, R7 y R8 deben ser estables; su valor no es muy crítico, pero R7 y R8 deben tener el mismo valor óhmico, y de la calidad de estas resistencias depende la estabilidad de la frecuencia.

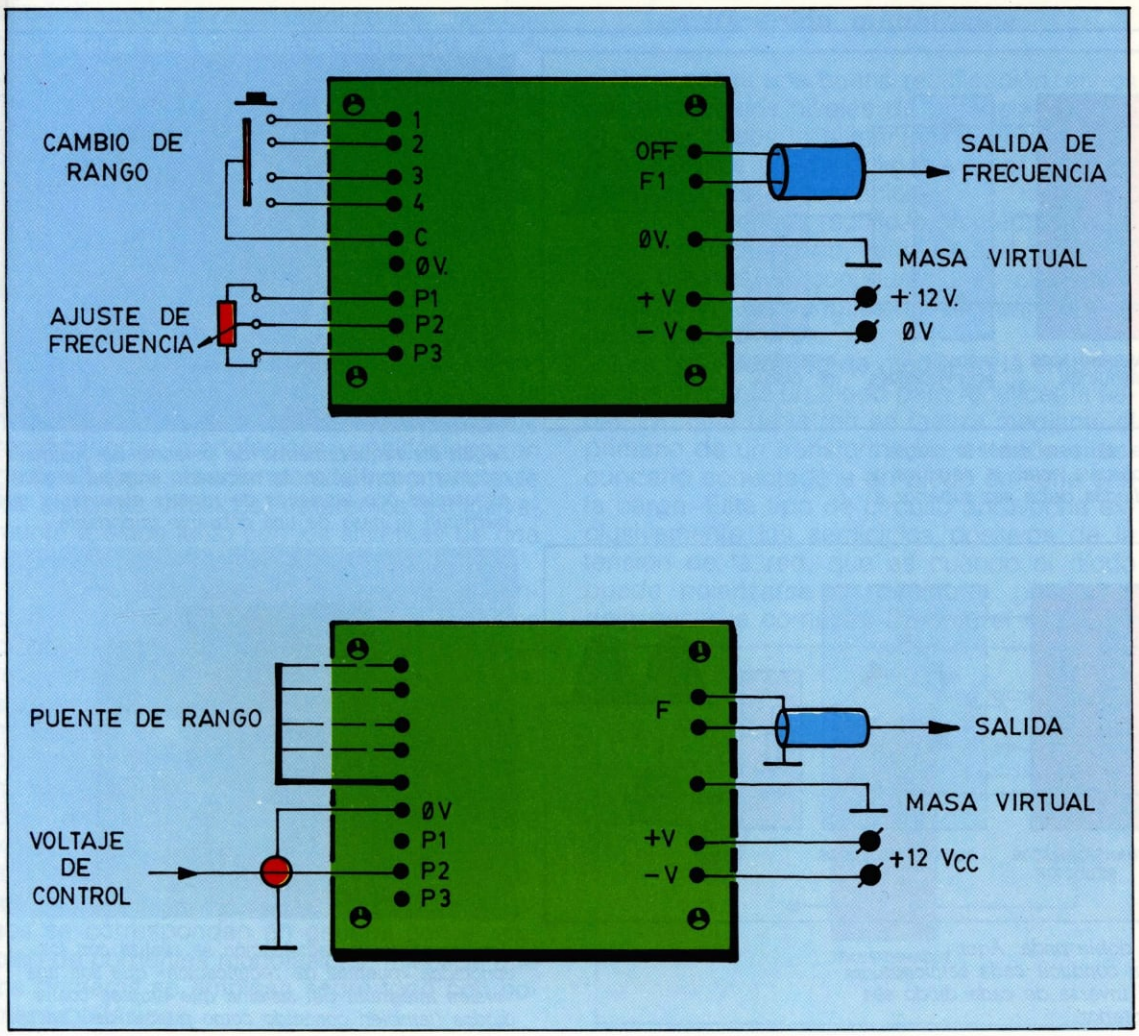
El valor de los condensadores debe escogerse, dentro de los límites indicados en las tablas 1 y 2, en función de los márgenes de frecuencia deseados. Estos componentes deben ser de buena calidad, ya que su comportamiento es crucial en el circuito.

Los circuitos integrados recomendados son lo suficientemente buenos para las prestaciones requeridas a este montaje. No obstante, pueden sustituirse por otros cuyo comportamiento ante las altas frecuencias sea mejor, si se desea ampliar el rango de funcionamiento, tales como el LH0061. Con el transistor T1 podemos operar de igual manera, empleando un transistor rápido de conmutación, cuya frecuencia de corte sea superior a la del 2N2222, aunque es preciso recordar que este circuito no funcionará correctamente a muy alta frecuencia.

## Empleo del equipo

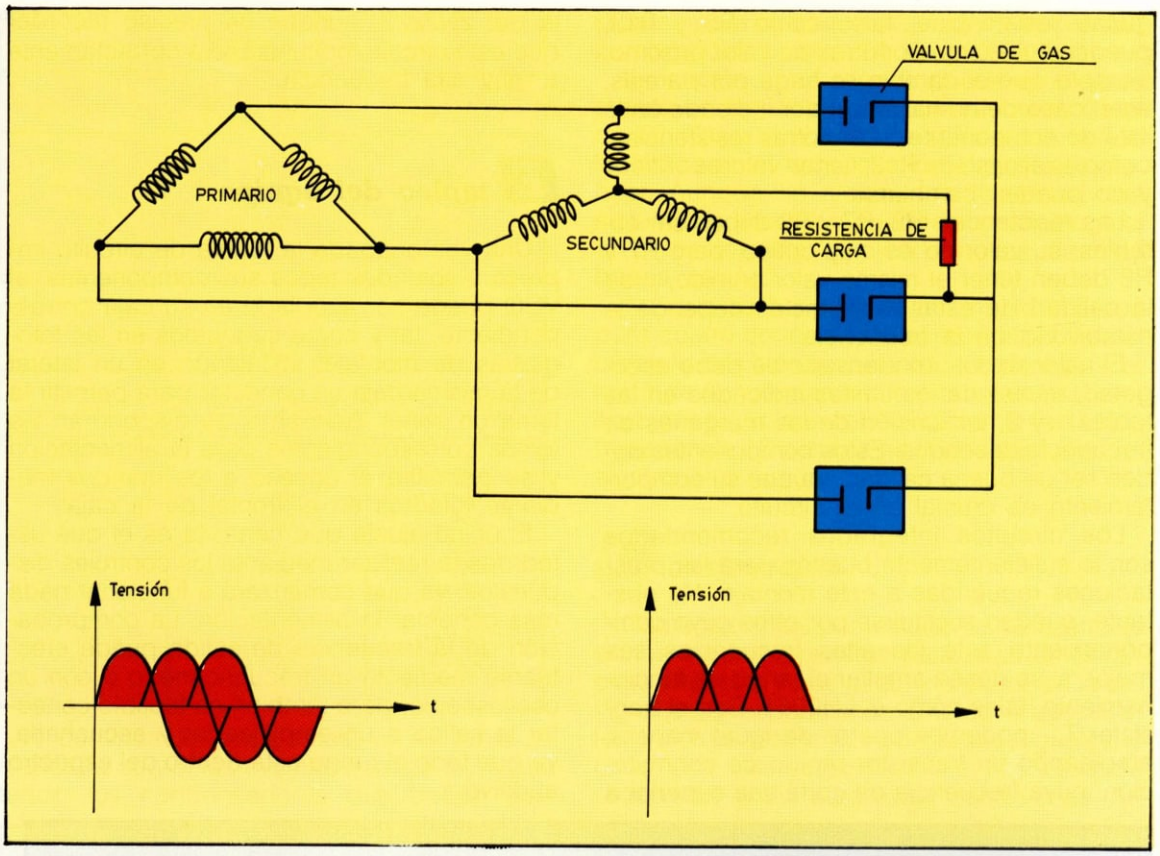
Una vez acabada la tarjeta de circuito impreso y soldados todos sus componentes, el VCO puede ser acoplado en su caja correspondiente, tal y como sugerimos en las fotografías de montaje, instalando en un lateral de la misma caja un conector para permitir la toma de señal. Asimismo, se dispondrán las tomas correspondientes para la alimentación y se permitirá el acceso a los mandos mediante taladros en el frontal de la caja.

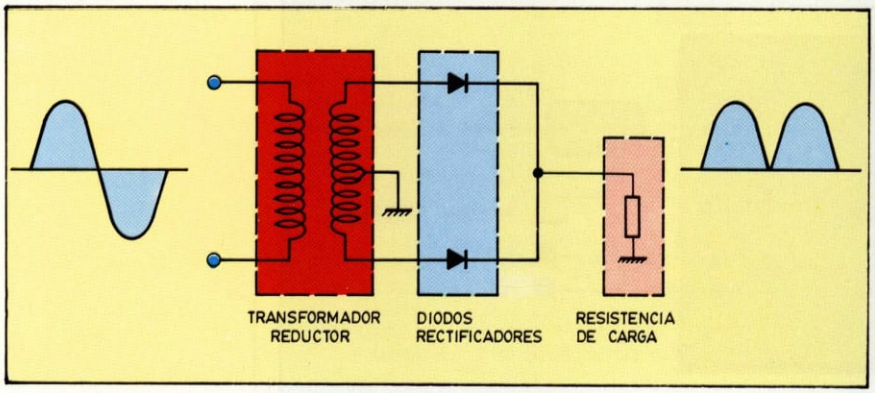
El único ajuste que necesita es el que usted desee realizar mediante los controles dispuestos, ya que comenzará a funcionar nada más conectar la alimentación. La comprobación de la frecuencia de salida puede efectuarse mediante un frecuencímetro o con un osciloscopio, pero también es factible conectar la salida a un amplificador y escucharla, ya que todo el rango está dentro del espectro auditivo.



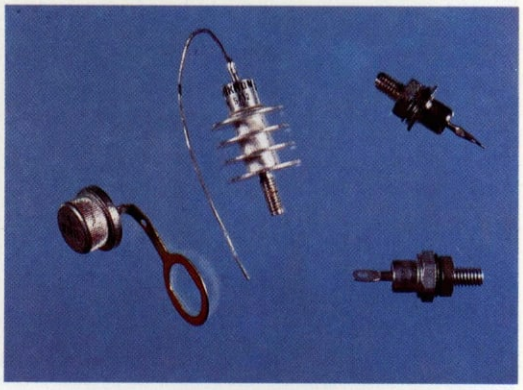

*Existen dos maneras de conexionar del VCO, según el empleo a que se destine. a) Uso independiente. b) Parte de un sistema mayor.*

*Se muestra en la figura un sistema clásico de rectificación polifásica. Puede apreciarse un mayor rendimiento del sistema debido al solapamiento en el tiempo de los semiciclos rectificados de cada una de las fases.*

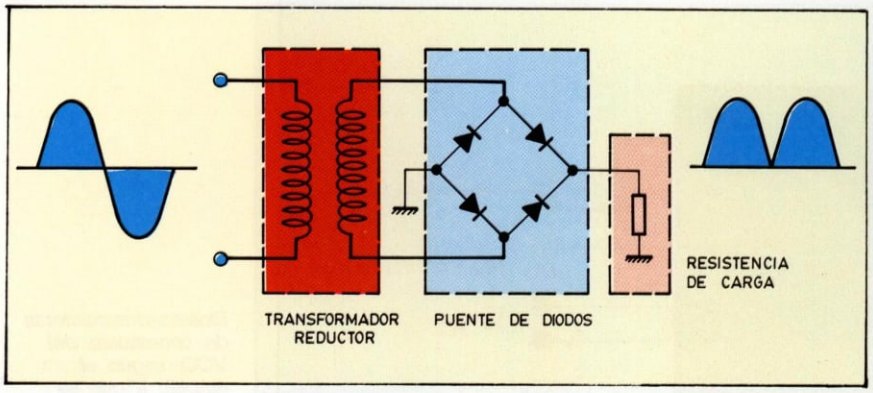


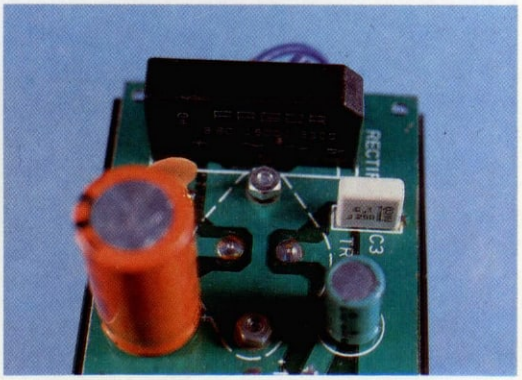

*Rectificador de doble onda. En este caso, la carga recibe tanto la semionda positiva como la negativa, y la tensión inversa de los diodos debe ser superior a la de pico de la onda.*



*Según los requerimientos de potencia de cualquier montaje o instalación es necesario emplear diodos especiales con tensiones de ruptura elevadas y que permitan el paso de una corriente importante.*




*Puente de rectificación de doble onda. Aquí, empleando dos diodos para conducir cada semionda, se consigue que la tensión inversa de cada diodo sea la mitad que en el caso anterior.*



*Prácticamente, la rectificación se realiza con los conocidos «puentes de rectificación» que son una versión integrada del sistema que emplea cuatro diodos (también conocido como puente de Graetz).*

# CONVERSION CA/CC.

*En gran parte de las actividades en las que se requiere la utilización de la electricidad, bien en algunos equipos de uso doméstico, o para muchas necesidades de la industria, es imprescindible disponer de esta forma de energía, pero como corriente y tensión continua. Sin embargo, la generación y el transporte de grandes cantidades de energía hasta los centros de consumo, se realiza mediante corrientes y tensiones cuyos valores cambian periódicamente con el tiempo, o corrientes alternas. La operación necesaria para obtener, a partir de dichos valores variables, tensiones y corrientes continuas se denomina* rectificación, *función que realizan los llamados* rectificadores.

Aunque el *rectificador* se identifica comúnmente a los sistemas empleados en el cambio de corrientes monofásicas a continua, hay que indicar que el término puede emplearse en su acepción más amplia, considerando dentro del mismo a los sistemas que tratan en general con corrientes polifásicas.

## Tipos de rectificadores

Como hemos comentado, dependiendo de las características de la corriente, y más concretamente de las fases de que dispone la misma, podemos distinguir distintos tipos de rectificadores (monofásicos y polifásicos, en general), pero atendiendo a la importancia de los sistemas trifásicos, trataremos exclusivamente a éstos junto con los sistemas de una fase.

Otra clasificación puede hacerse en función de las características constitutivas de los dispositivos, que, además, están íntimamente relacionadas con los niveles de potencia que se manejan en los distintos casos. En términos generales, distinguimos los rectificadores de vacío, empleados en potencias relativamente elevadas, y los rectificadores de estado sólido (silicio o germanio), utilizados sobre todo en aparatos de uso doméstico, y en aquellos casos en los que los niveles de potencia se mantienen bajos. Estos últimos casos se corresponden en general con el empleo de corrientes monofásicas, mientras que los primeros se emplean sobre todo con corriente trifásicas.

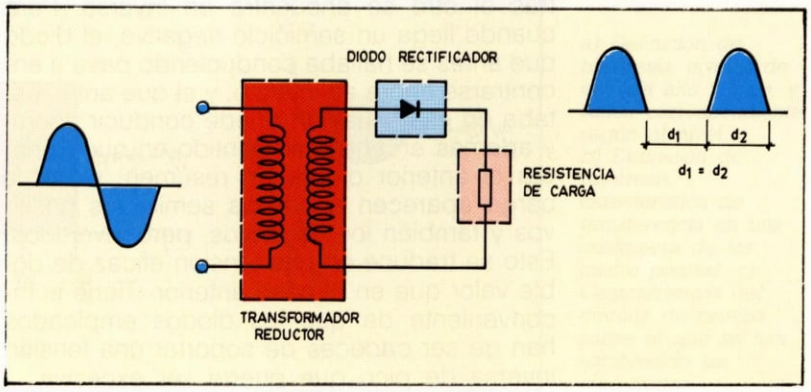
## Rectificación monofásica

Se necesita una buena rectificación, en los casos de bajos niveles de potencia, ya que en estos casos la alimentación de sofisticados aparatos puede obligar a tener una tensión continua sin variaciones.

En lo referente a rectificación mediante diodos de estado sólido, vamos a comentar tres tipos básicos de configuraciones clásicas y tratar de ver las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas.

Los rectificadores de media onda emplean exclusivamente un diodo para rectificar la señal. La toma de la red se realiza mediante el primario de un transformador, estando el secundario conectado a un diodo en serie con la carga. Este tipo de circuito aprovecha exclusivamente los semiciclos positivos de la tensión de la red, que es cuando el diodo puede polarizarse en directo y, por tanto, deja pasar la corriente. Durante el semiciclo

*Sistema rectificador de media onda. Se aprecia el transformador reductor (llamado así por reducir la tensión de la red, cuyo valor es de 110 ó 220 V. eficaces, a 12, 9 ó 6 V de salida, también eficaces) y un diodo rectificador que permite aprovechar solamente medio ciclo de la onda.*



negativo, toda la tensión desarrollada en el secundario del transformador cae en el diodo, al estar éste polarizado en inverso, no dejando pasar en este caso corriente alguna. La corriente así obtenida en la carga es de un solo sentido, aunque no es ni mucho menos una corriente continua.

## Valores eficaces

Para estudiar las características de los distintos tipos de circuitos hay que hacer referencia a lo que se conoce en corriente alterna como valores eficaces (no olvidemos que en el modelo anterior de media onda lo que tenemos en la resistencia de carga es una señal alterna, aunque de un solo semiciclo). Se entiende por valor eficaz de una señal alterna el valor equivalente en continua, tal que aplicadas ambas a una determinada resistencia, las dos disipen sobre ella la misma potencia. En el caso de media onda el valor eficaz obtenido en relación con el valor máximo de la señal alterna tiene la forma: $E_{ef} = E_{max}/2$. Como vemos, este tipo de circuito tiene un bajo rendimiento, puesto que no aprovecha el semiciclo negativo que cae en el diodo. Aun así, es ampliamente empleado en aparatos que no requieren una tensión de alimentación excesivamente estable.

## Rectificador de onda completa

Otro tipo conocido de rectificador es el llamado de *onda completa,* con toma central en el secundario del transformador. Este circuito se caracteriza porque, contrariamente al anterior, aprovecha tanto los semiciclos positivos de la tensión de red como los negativos. Para ello emplea dos diodos, cuyos ánodos se conectan al secundario del transformador, estando los respectivos cátodos unidos al mismo extremo de la resistencia de carga. El otro extremo de dicha resistencia se une al punto medio del transformador. Con ello conseguimos que cuando aparezcan los semiciclos positivos, uno de los dos diodos se encuentre polarizado en directo y, por tanto, conduzca la corriente hacia la carga, mientras el otro se encuentra en inverso. Pero cuando llega un semiciclo negativo, el diodo que antes se hallaba conduciendo pasa a encontrarse ahora en inverso, y el que antes estaba en esa situación puede conducir ahora, y además en el mismo sentido en que lo hacía el anterior diodo. En resumen, sobre la carga aparecen ahora los semiciclos positivos y también los negativos, pero invertidos. Esto se traduce en una tensión eficaz de doble valor que en el caso anterior. Tiene el inconveniente de que los diodos empleados han de ser capaces de soportar una tensión inversa de pico que puede ser excesiva.

Para evitar este último inconveniente existe una tercera posibilidad de rectificador, conocida como *puente de diodos.* Aquí, la misma tensión inversa recae sobre dos diodos, por lo que los requerimientos de este parámetro son menos restrictivos. En este caso, las características son similares al ejemplo anterior y, como se observa en la figura, el montaje es algo más complicado.

## Otros tipos de rectificadores

En este apartado vamos a comentar los multiplicadores de tensión. Estos circuitos, empleados en sistemas donde se requiere una tensión superior a la que suministra la red, emplean condensadores dispuestos de tal forma que a su salida se pueden conseguir tensiones rectificadas y filtradas cuyos valores pueden duplicar, triplicar, etc., los valores de tensión rectificados por los procedimientos normales.

Otro componente importante de estado sólido para el de manejo de potencias relativamente elevadas lo constituye el *rectificador controlado de silicio.* Este dispositivo permite el paso de la corriente a la carga solamente durante parte de los semiciclos positivos. La duración del intervalo de conducción se puede controlar mediante pulsos de tensión aplicados a un electrodo llamado puerta, en los instantes adecuados, de modo que, además de ejercer un control de la potencia suministrada, produce también una rectificación de la corriente.

## Rectificación polifásica

Los sistemas polifásicos de generación y transporte de energía se emplean cuando el valor de ésta es realmente significativo. Presentan la ventaja de un ahorro de cable, comparada con la transmisión a través de un sistema monofásico, y una robustez apropiada a los niveles de energía empleados.

Ahora, y refiriéndonos a un sistema trifásico, podemos citar el *sistema de media onda,* que está formado por un transformador cuyos primarios se conectan en estrella (se unen las tres bobinas del primario en serie), mientras que el secundario se conecta en triángulo (las tres bobinas se conectan a un terminal común) enlazándose el terminal común a la resistencia de carga y cada uno de los tres terminales libres a los ánodos de tres válvulas de gas, cuyos cátodos cierran el circuito al unirse al otro terminal de la resistencia de carga. Este sistema presenta la ventaja de necesitar filtros más sencillos que en la rectificación de doble onda, puesto que aquí las variaciones de tensión a la salida de los rectificadores son menores.

# CIRCUITOS INTEGRADOS 4093

*El integrado 4093 está formado por cuatro puertas NAND de dos entradas cada una, con trigger de Schmitt. Como todos los circuitos integrados de la serie 4000, está fabricado en tecnología CMOS; posee, por tanto, las características y ventajas de esta familia lógica, entre las que podemos destacar: la baja potencia consumida y la alta inmunidad al ruido.*

Cada circuito funciona como una puerta NAND de dos entradas, siendo el trigger de Schmitt activo sobre ambas. La puerta conmuta en diferentes voltajes, para señales en estado alto y en estado bajo. La diferencia entre la tensión alta ($V_P$) y la tensión baja ($V_N$) se define como tensión de histéresis ($V_H$). Véase la figura adjunta, donde la histéresis queda definida con mayor claridad. Esta varía entre 0,9 y 3,5 V, en función de la tensión de alimentación $V_{DD}$.

La inmunidad al ruido es elevada, 0,5 $V_{DD}$, y las entradas están protegidas contra descargas estáticas, como en todos los circuitos integrados fabricados en esta tecnología, poseyendo una capacidad de carga en la salida de dos puertas TTL de baja potencia para la serie A y de diez para la serie B.

Como se puede observar en las curvas adjuntas, las características de salida están normalizadas y son simétricas respecto de 0,5 $V_{DD}$ para todos los tipos en los que se fabrica este circuito integrado; asimismo, los niveles lógicos de salida corresponden con los valores extremos de la tensión de alimentación.

La impedancia de entrada es muy alta, como es característico en los circuitos CMOS, superior a 20 mΩ, por lo que hay que calcular los circuitos de ataque teniendo en cuenta tal circunstancia. Por la característica propia de este circuito, los tiempos de transición en la entrada no son importantes, ya que sólo bascula a partir de que la tensión de entrada alcance los niveles de histéresis.

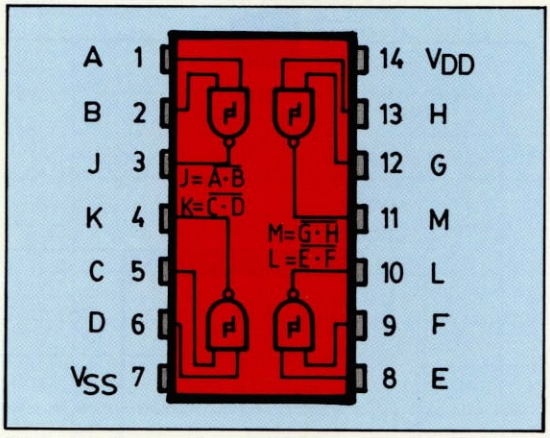
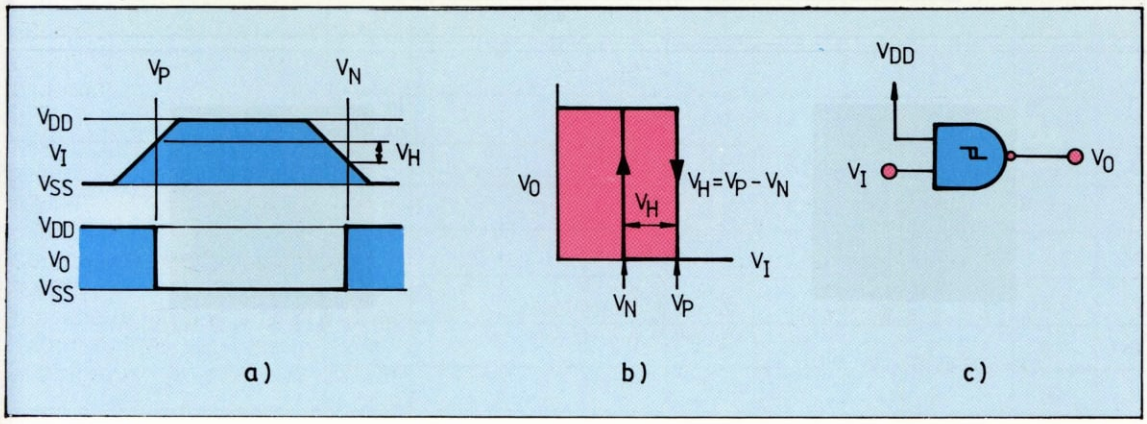



*Diagrama de conexiones del circuito integrado 4093, disposición interna del circuito y distribución de las patillas de entrada y salida.*




*a) Definición de histéresis, niveles de entrada alto y bajo, y salida correspondiente según el nivel. b) Definición de histéresis, característica de transferencia en una cualquiera de las cuatro puertas. c) Características del circuito de prueba sobre el que se han establecido las mediciones.*

## Encapsulado

El circuito integrado 4093 está disponible en cápsulas de plástico o cerámica, con 14 patillas en doble línea (DIL), y en encapsulados planos de cerámica (flat packages). Bajo demanda también se suministra en DIL reducido para usos comerciales e industriales.

## Valores límite de funcionamiento

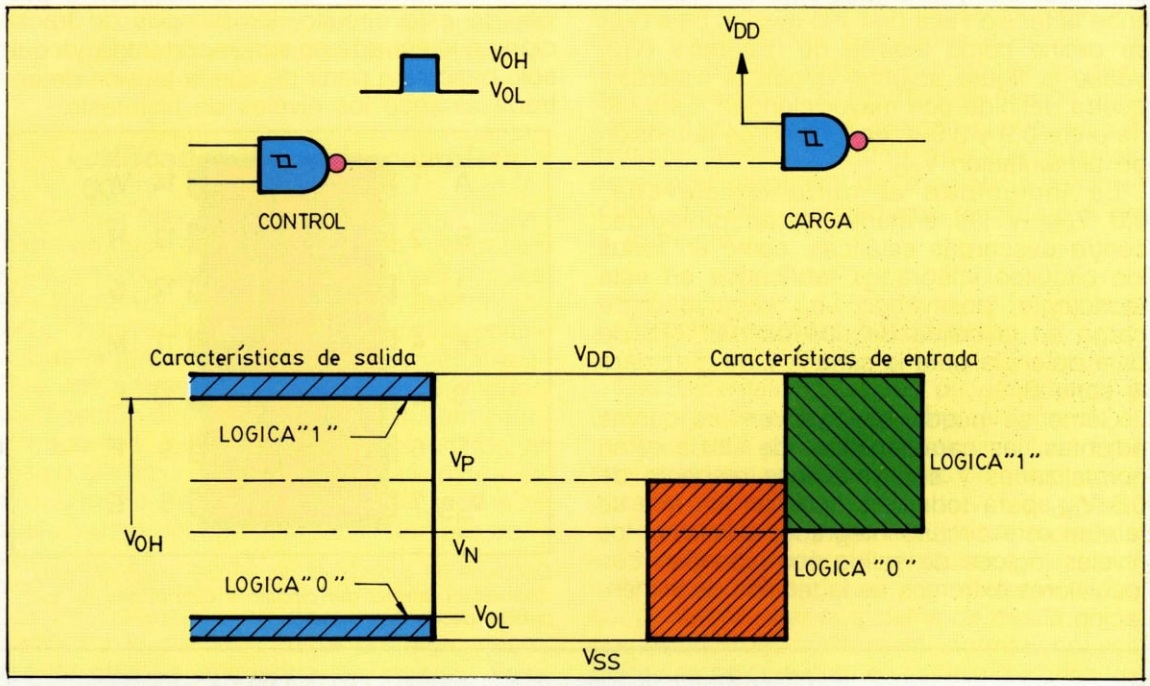
— Tensión de alimentación, $V_{DD}$: – 0,5 a 20 V.
— Tensión de entrada, $V_i$: – 0,5 a $V_{DD}$ + 0,5 V.
— Intensidad de entrada c.c. $I_i$: ± 10 nA.
— Disipación total de potencia $P_{tot}$: 200 mW.
— Temperatura de funcionamiento, $T_{op}$:
Para tipos militares: – 55 a 125 °C.
Para tipos de uso comercial: – 40 a 85 °C.
— Temperatura de almacenamiento, $T_{st}$: – 65 a 150 °C.

## Fabricantes

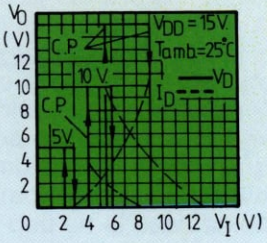
Este circuito integrado es de aplicaciones generales, siendo fabricado por muchas empresas especializadas, entre las que citamos principalmente a TEXAS INSTRUMENTS, NATIONAL SEMICONDUCTOR, HITACHI, MOTOROLA, FAIRCHILD, etc.

## Aplicaciones

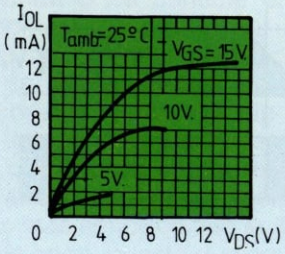
El circuito integrado 4093 tiene múltiples aplicaciones, tanto en el campo de la electrónica analógica como en el de la electrónica digital, debido a su bajo consumo de potencia. Se suele utilizar como convertidor de onda senoidal a onda cuadrada, multivibrador monoestable, multivibrador astable; también se emplea como «buffer» de línea en terminales de ordenadores, elementos de instrumentación, electromedicina, sistemas de alarma, etc.



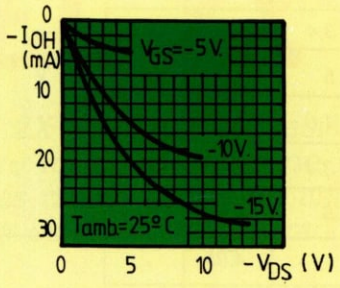

*Características de entrada y salida de las puertas del circuito ihtegrado 4093, considerando el circuito de la figura, en el que la carga de una puerta es otra de iguales características.*



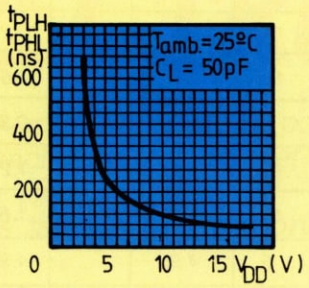

*Corriente y tensión típica de transferencia.*



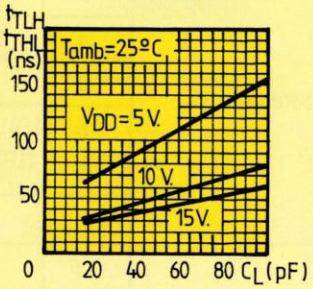

*Corriente característica de salida a nivel bajo.*



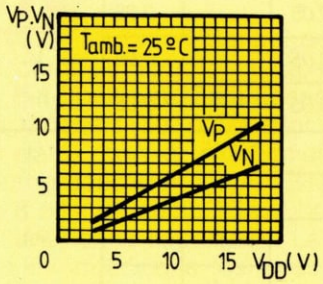

*Característica a nivel **alto en** función de la tensión **de** alimentación.*



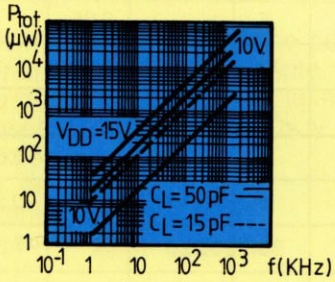

*Tiempo de retardo de propagación en función **de la** tensión de alimentación.*



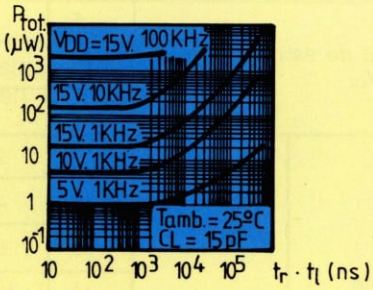

*Tiempo de transición en función de la capacidad de carga para distintas tensiones de alimentación.*




*Tensión umbral típica del trigger en función de la tensión de alimentación.*




*Potencia disipada por puerta en función de la frecuencia de funcionamiento.*




***Potencia disipada en función del tiempo de subida y bajada para distintas tensiones de alimentación y frecuencias de funcionamiento.***

## CARACTERISTICAS ELECTRICAS ESTATICAS

| PARAMETRO | CONDICIONES DE PRUEBA | | | | VALORES | | | | | | | UNIDADES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $T_{baja}$ | | | 25° C | | $T_{alta}$ | | |
| | $V_{DD}$ (V) | $V_o$ (V) | $I_o$ (µA) | $V_{DD}$ (V) | mín. | máx. | mín. | tip. | máx. | mín. | máx. | |
| Consumo de corriente en reposo, $I_L$ | 5 | | | 5 | | 1 | | 0,02 | 1 | | 30 | µA |
| | 10 | | | 10 | | 2 | | 0,02 | 2 | | 60 | |
| | 15 | | | 15 | | 20 | | 0,04 | 20 | | 120 | |
| | 20 | | | 20 | | 20 | | 0,04 | 20 | | 600 | |
| Tensión umbral positiva del trigger, $V_p$ | (a) | Una entrada a $V_{DD}$ | | 5 | 2,2 | 3,6 | 3,2 | 2,9 | 3,6 | 2,2 | 3,6 | V |
| | a | | | 10 | 4,6 | 7,1 | 4,6 | 5,9 | 7,1 | 4,6 | 7,1 | |
| | a | | | 15 | 6,8 | 10,8 | 6,8 | 8,8 | 10,8 | 6,8 | 10,8 | |
| | (b) | Ambas entradas a $V^{DD}$ | | 5 | 2,6 | 4 | 2,6 | 3,3 | 4 | 2,6 | 4 | |
| | b | | | 10 | 5,6 | 8,2 | 5,6 | 7 | 8,2 | 5,6 | 8,2 | |
| | b | | | 15 | 6,3 | 12,7 | 6,3 | 9,4 | 12,7 | 6,3 | 12,7 | |
| Tensión umbral negativa del trigger, $V_N$ | a | | | 5 | 0,9 | 2,8 | 0,9 | 1,9 | 2,8 | 0,9 | 2,8 | V |
| | a | | | 10 | 2,5 | 5,2 | 2,5 | 3,9 | 5,2 | 2,5 | 5,2 | |
| | a | | | 15 | 4 | 7,4 | 4 | 5,8 | 7,4 | 4 | 7,4 | |
| | b | | | 5 | 1,4 | 3,2 | 1,4 | 2,3 | 3,2 | 1,4 | 3,2 | |
| | b | | | 10 | 3,4 | 6,6 | 3,4 | 5,1 | 6,6 | 3,4 | 6,6 | |
| | b | | | 15 | 4,8 | 9,6 | 4,8 | 7,3 | 9,6 | 4,8 | 9,6 | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensión de histéresis, $V_H$ | | a | | | 5 | 0,3 | 1,6 | 0,3 | 0,9 | 1,6 | 0,3 | 1,6 | V |
| | | a | | | 10 | 1,2 | 3,4 | 1,2 | 2,3 | 3,4 | 1,2 | 3,4 | |
| | | a | | | 15 | 1,6 | 5 | 1,6 | 3,5 | 5 | 1,6 | 5 | |
| | | b | | | 5 | 0,3 | 1,6 | 0,3 | 0,9 | 1,6 | 0,3 | 1,6 | |
| | | b | | | 10 | 1,2 | 3,4 | 1,2 | 2,3 | 3,4 | 1,2 | 3,4 | |
| | | b | | | 15 | 1,6 | 5 | 1,6 | 3,5 | 5 | 1,6 | 5 | |
| Tensión de salida a nivel alto, $V_{OH}$ | | 5 | | < 1 | 5 | 4,95 | | 4,95 | | | 4,95 | | V |
| | | 10 | | < 1 | 10 | 9,95 | | 9,95 | | | 9,95 | | |
| | | 15 | | < 1 | 15 | 14,95 | | 14,95 | | | 14,95 | | |
| Tensión de salida a nivel bajo, $V_{OL}$ | | 5 | | < 1 | 5 | | 0,05 | | | 0,05 | | 0,05 | V |
| | | 10 | | < 1 | 10 | | 0,05 | | | 0,05 | | 0,05 | |
| | | 15 | | < 1 | 15 | | 0,05 | | | 0,05 | | 0,05 | |
| Corriente de salida a nivel alto, $I_{OH}$ | Tipo militar | 5 | 2,5 | | 5 | −2 | | −1,6 | −3,2 | | −1,15 | | mA |
| | | 5 | 4,6 | | 5 | −0,64 | | −0,51 | −1 | | −0,36 | | |
| | | 10 | 9,5 | | 10 | −1,6 | | −1,3 | −2,6 | | −0,9 | | |
| | | 15 | 13,5 | | 15 | −4,2 | | −3,4 | −6,8 | | −2,4 | | |
| | Tipo comercial | 5 | 2,5 | | 5 | −1,8 | | −1,6 | −3,2 | | −1,3 | | |
| | | 5 | 4,6 | | 5 | −0,61 | | −0/51 | −1 | | −0,42 | | |
| | | 10 | 9,5 | | 10 | −1,5 | | −1,3 | −2,6 | | −1,1 | | |
| | | 15 | 13,5 | | 15 | −4 | | −3,4 | −6,8 | | −2,8 | | |
| Corriente de salida a nivel bajo, $I_{OL}$ | Tipo militar | 5 | 0,4 | | 5 | 0,64 | | 0,51 | 1 | | 0,36 | | mA |
| | | 10 | 0,5 | | 10 | 1,6 | | 1,3 | 2,6 | | 0,9 | | |
| | | 15 | 1,5 | | 15 | 4,2 | | 3,4 | 6,8 | | 2,4 | | |
| | Tipo comercial | 5 | 0,4 | | 5 | 0,61 | | 0,51 | 1 | | 0,42 | | |
| | | 10 | 0,5 | | 10 | 1,5 | | 1,3 | 2,6 | | 1,1 | | |
| | | 15 | 1,5 | | 15 | 4 | | 3,4 | 6,8 | | 2,8 | | |
| Corriente de fugas entrada $I_{IH}$, $I_L$ | | 18 | Cualquier entrada | | 18 | | ±0,1 | | $\pm 10^{-5}$ | ±0,1 | | ±1 | µA |
| Capacidad de entrada | | | Cualquier entrada | | | | | | 5 | 7,5 | | | pF |

## CARACTERISTICAS ELECTRICAS DINAMICAS

| PARAMETRO | CONDICIONES DE ENSAYO | VALORES | | | | UNIDADES |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $V_{DD}$ (V) | Mín. | Típ. | Máx. | |
| Tiempo de propagación | | 5 | | 300 | 600 | µs. |
| Nivel alto a bajo, $t_{PHL}$ | | 10 | | 150 | 300 | |
| Nivel bajo a alto, $t_{PLH}$ | | 15 | | 125 | 240 | |
| Tiempo de transición | | 5 | | 100 | 200 | µs. |
| Nivel alto a bajo, $t_{THL}$ | | 10 | | 50 | 100 | |
| Nivel bajo a alto, $t_{TLH}$ | | 15 | | 40 | 80 | |

# EL ZX SPECTRUM

*El ZX Spectrum apareció en el mercado precedido por la popularidad de otro microordenador de la casa Sinclair, el ZX-81, del que se han vendido más de un millón de unidades en todo el mundo.*
*De éste se han mejorado aspectos tales como memoria, color y teclado.*

La Unidad Central de Proceso (UCP) es, como su nombre indica, el centro operativo del Spectrum. Está conectado al resto de los módulos del ordenador mediante buses de datos, control y direcciones. Se trata del microprocesador Z80A. Este procesador es de 8 bits, es decir, que el bus de datos tiene 8 conexiones separadas. La UCP puede enviar información a los otros dispositivos del Spectrum a través del bus de datos, de la misma forma que puede recibir datos por el mismo bus. Ya que hay ocho conexiones, cada una de las cuales puede contener un 0 lógico o un 1 lógico, se puede enviar cualquier número entre 0 (todo ceros) y 255 (todo unos) a través del bus de datos (en total, $256 = 2^8$).

El Z80A está encapsulado en un chip de plástico de 40 patillas; las funciones básicas que realiza son:

— Leer datos de la memoria.
— Escribir datos en la memoria.
— Leer datos procedentes de un dispositivo de Entrada/Salida.
— Escribir datos en un dispositivo de Entrada/Salida.
— Realizar operaciones aritméticas y lógicas con los datos.

Las operaciones que el Z80A realiza en un instante determinado viene fijado por las instrucciones que obtiene en la memoria. El Z80A puede entender 158 tipos diferentes de instrucciones.

Por otro lado, el Z80A trabaja a velocidad de hasta 4 MHz, a diferencia del Z80, que sólo puede hacerlo hasta 2,5 MHz. (Existe una nueva versión, el Z80B, capaz de llegar hasta los 6 MHz.)

Uno se puede preguntar cómo puede entender la UCP los números y palabras seleccionados en el teclado del Spectrum (cuando se usa el BASIC como lenguaje). Después de todo, resulta difícil hacerse a la idea de que al teclear la palabra HELLO pueda ser representada por un número. En cierta medida, la UCP sólo trata con pequeñas partes de información a un mismo tiempo.

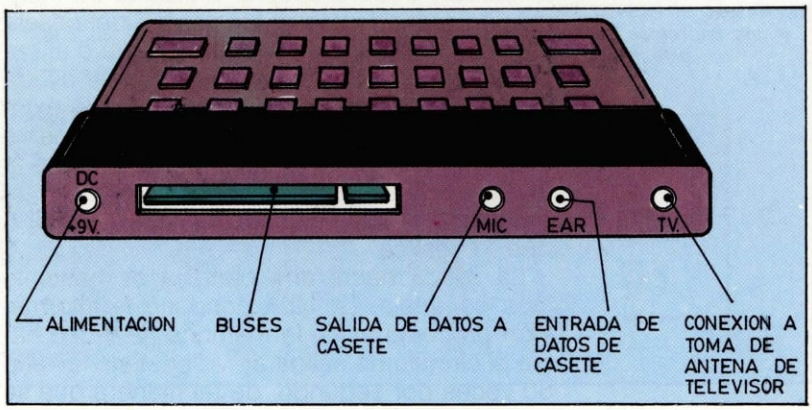
Así, para entender HELLO, la UCP trata primero con la H (vista como 72 por la UCP), después lo hace con la E (vista como 69), y así sucesivamente. Todos estos números se almacenan en la memoria en forma de un conjunto de «0» y «1».

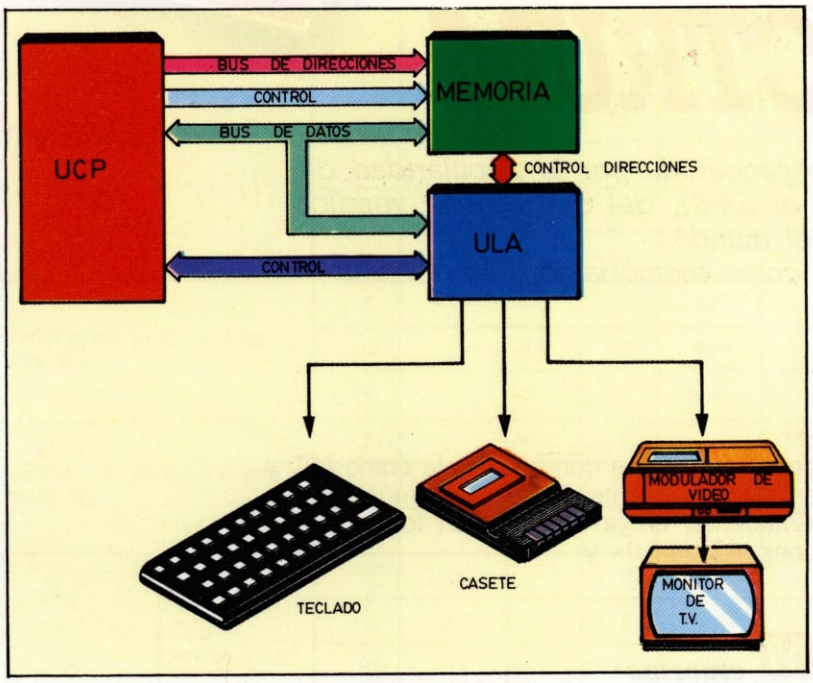
## Memorias

Para que el Spectrum comience a realizar una tarea se le deben dar las instrucciones de la función que se desea. Las instrucciones BASIC residen en la memoria. El programa de sistema operativo BASIC contiene toda la información requerida por la UCP para entender el BASIC. Este programa operativo está escrito en lenguaje máquina (unos y ceros) y comienza a ejecutarse cuando se conecta el Spectrum. Se encuentra almacenado en la memoria de sólo lectura (ROM). Esta memoria no puede ser modificada por la UCP y el programa permanece fijo en el chip de memoria, incluso cuando el Spectrum está desconectado.

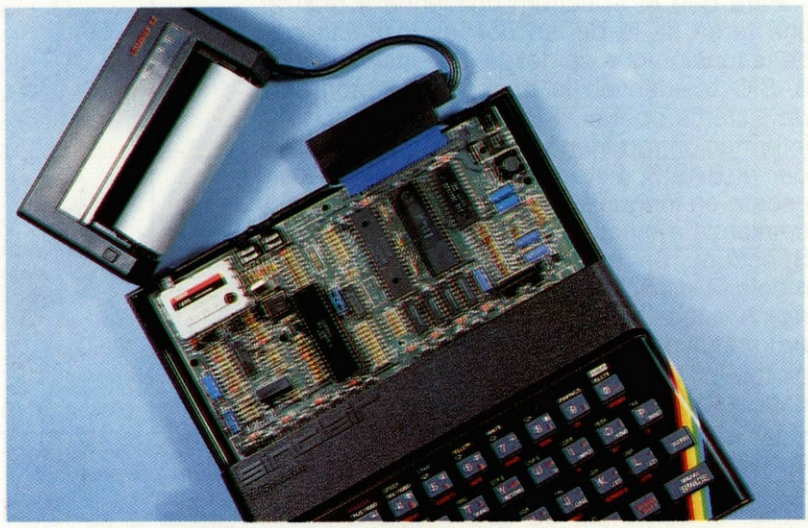
Los programas en BASIC que se introducen al Spectrum lo hacen a la memoria de acceso aleatorio (RAM). Al contrario que la ROM, el contenido de esta memoria puede ser cambiado por la UCP. Cuando se desconecta el Spectrum, la RAM olvida todo lo que tenía almacenado. Por esta razón, es necesario guardar los programas en una casete antes de desconectar el ordenador.

*Parte posterior del Spectrum con el detalle de los conectores (alimentación, de tarjeta para conexión de algún interfaz, micrófono, auricular y TV).*






*Esquema de bloques de un Spectrum, en el que se aprecian los distintos buses y las conexiones a los diferentes periféricos*



*La ULA es el elemento que realiza las funciones de diálogo (intercambio de información) entre la UCP y los periféricos, el teclado y una impresora en este caso.*

## Controlador de entrada/salida (ULA)

Una vez que ha encontrado la UCP la tarea a realizar, deberá acoplar entradas de información procedentes del teclado o del casete y enviar información hacia la pantalla o el casete. Para ello se emplea la ULA, que ayuda a la UCP a comunicarse con el mundo exterior. La ULA obtiene información directamente desde el teclado y el casete y la envía a la UCP; además, cuando ésta quiere grabar un programa en una casete, le dice a la ULA que lo realice.

La salida hacia una pantalla es bastante más compleja. La ULA conduce la información procedente de la memoria de vídeo hacia el circuito de salida de vídeo. Esto lo hace 50 veces por segundo, de tal manera que se cree la ilusión de continuidad de las imágenes en la pantalla de TV. La UCP sólo tiene que poner la información en la memoria de vídeo. La ULA se encargará del resto.

## Descripción de buses

Los datos son transferidos por el bus de datos. El tipo de transferencia viene definido por varias señales de control sobre el bus de control. Así, si la UCP quiere almacenar algo en la memoria envía una señal de escritura.

Esta señal indica a la memoria que debe almacenar un dato procedente del bus de datos. La UCP también suministra la dirección de la memoria en que debe grabarse el dato. Esta información se suministra a través del bus de direcciones.

Los buses sólo pueden tratar con estados lógicos de la información («1» ó «0») sobre cada una de sus líneas.

En la práctica, estos estados lógicos se representan por tensiones. Por convenio, el 0 lógico se representa por un voltaje comprendido entre 0 y 0,8 V. El 1 lógico viene representado por una tensión entre 2 y 5 V. Si la tensión está comprendida entre 0,8 y 2 V, la señal se encuentra cambiando de 0 a 1 o de 1 a 0. Los circuitos integrados (chips) se diseñan para que no interpreten los datos en los momentos de transición mencionados.

## Estructura de la programación contenida en la ROM

El Spectrum tiene un programa monitor residente en los 16 K de la memoria ROM. Este se ha desarrollado directamente del programa de 4 K del ZX81.

Se trata de un amplio programa en código máquina para el microprocesador Z80. Su estructura refleja tres grupos principales:

— Rutinas de Entrada/Salida.
— Intérprete BASIC.
— Manejo de expresiones.

Desglosando más estos grupos tenemos la siguiente división del programa monitor:

— Rutinas de comienzo y tablas.
— Rutina del teclado.
— Rutinas del altavoz.
— Rutinas de manejo del casete.
— Rutinas de manejo de la impresora y de la pantalla.
— Rutinas de ejecución.
— Interpretación de líneas y comandos BASIC.
— Evaluación de expresiones.
  — Rutinas aritméticas.
  — Calculador en punto flotante.

Las 16 K del programa monitor ofrecen un amplio rango de diferentes comandos y funciones BASIC.

# AMPLIFICADOR ESTEREO PARA WALKMAN

*La denominación* walkman *se aplica a los pequeños magnetófonos a casete, o receptores de radio, portátiles con salida por auricular, que pueden sujetarse al cinturón, lo que nos permite desplazarnos caminando por la calle o por el campo con gran facilidad.*

El hecho de necesitar un auricular para su funcionamiento lo convierte en un aparato de uso individual.

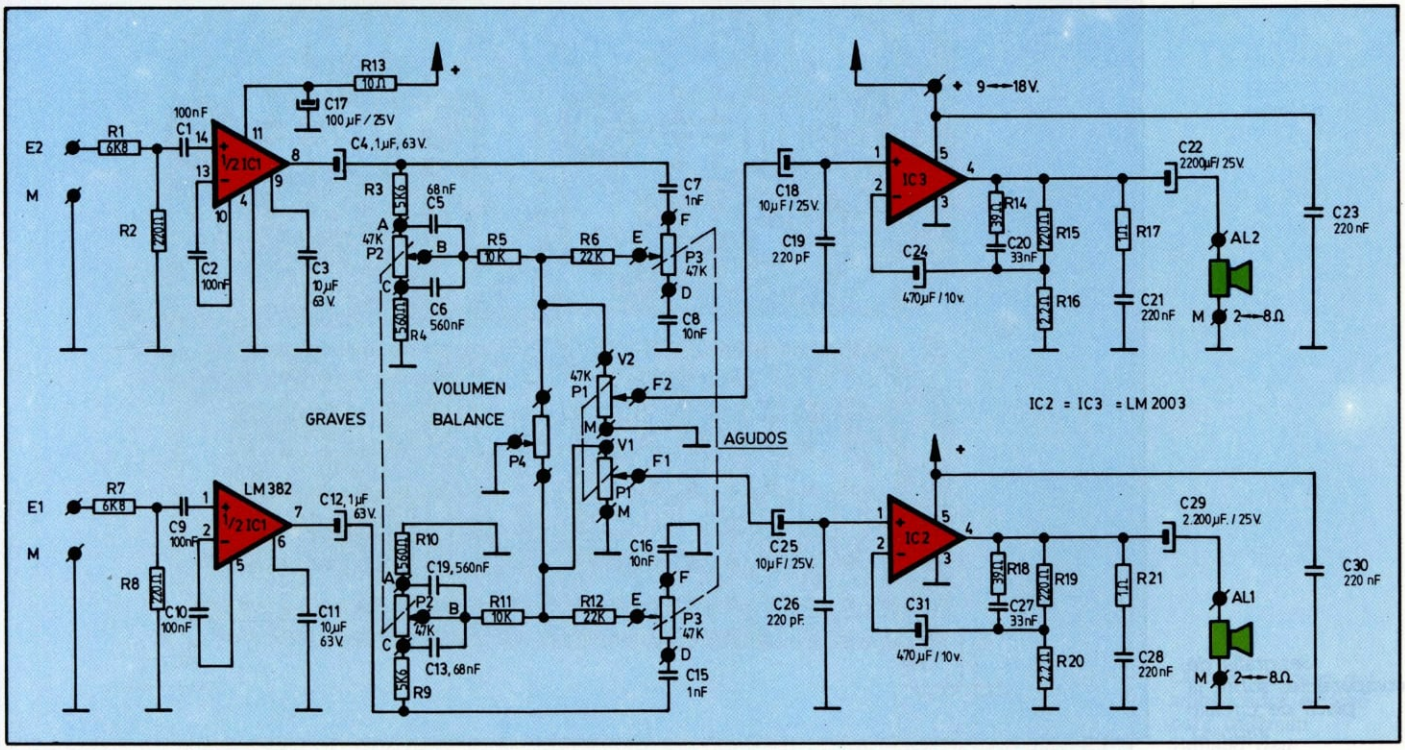
Existen pequeños altavoces conectables a la salida para auriculares, pero la potencia que el walkman suministra es reducida y la escucha deficiente.

Para solucionar estos problemas se ha diseñado un circuito que amplifica la señal proporcionada por el walkman y entrega a cada altavoz una potencia que puede llegar a 10 W eficaces por canal.

Este amplificador puede conectarse directamente a la batería de un automóvil, o bien ser alimentado a partir de la red, intercalando una fuente de alimentación que suministre una tensión entre 9 y 18 V.

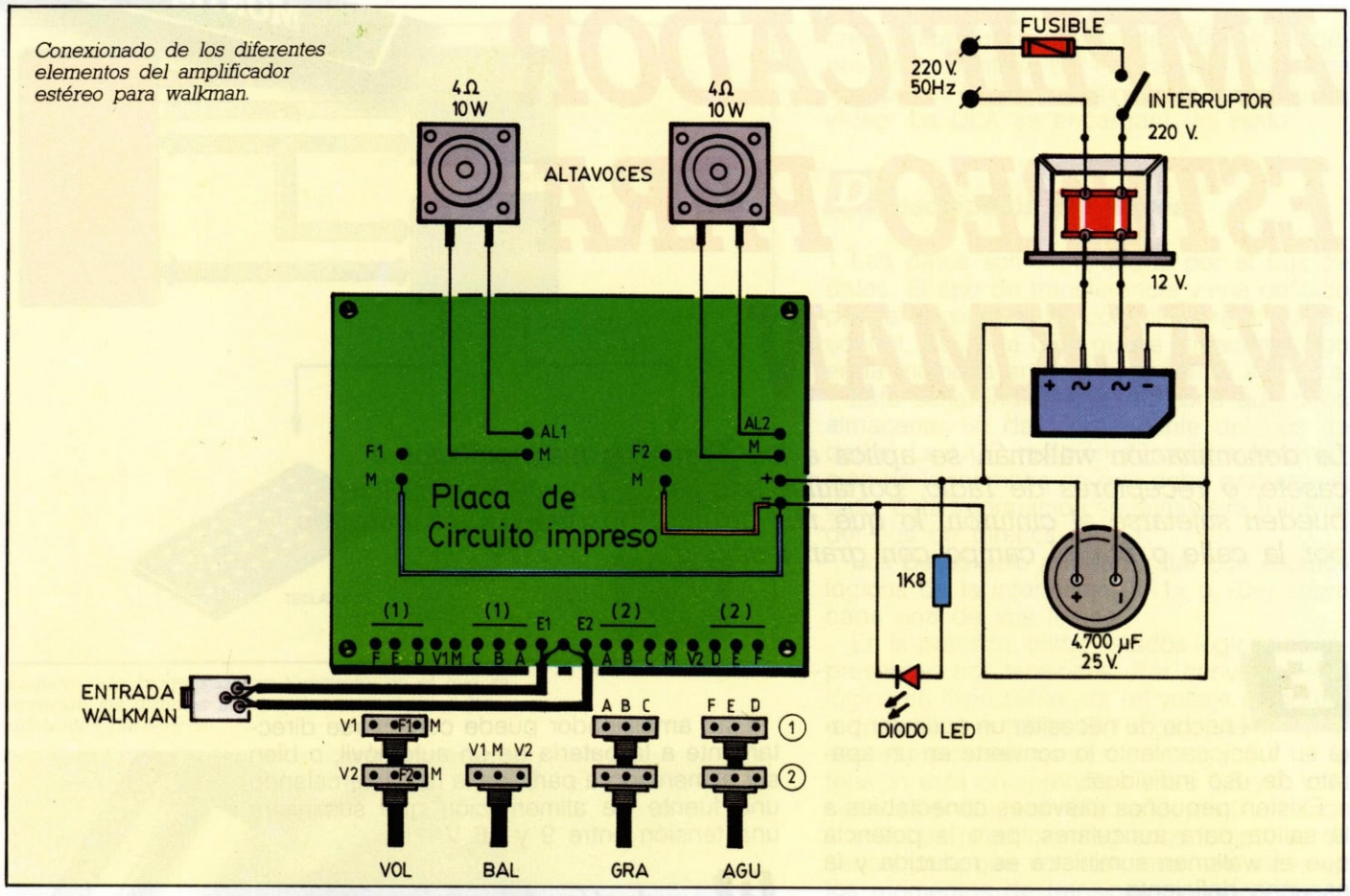
## Descripción del equipo

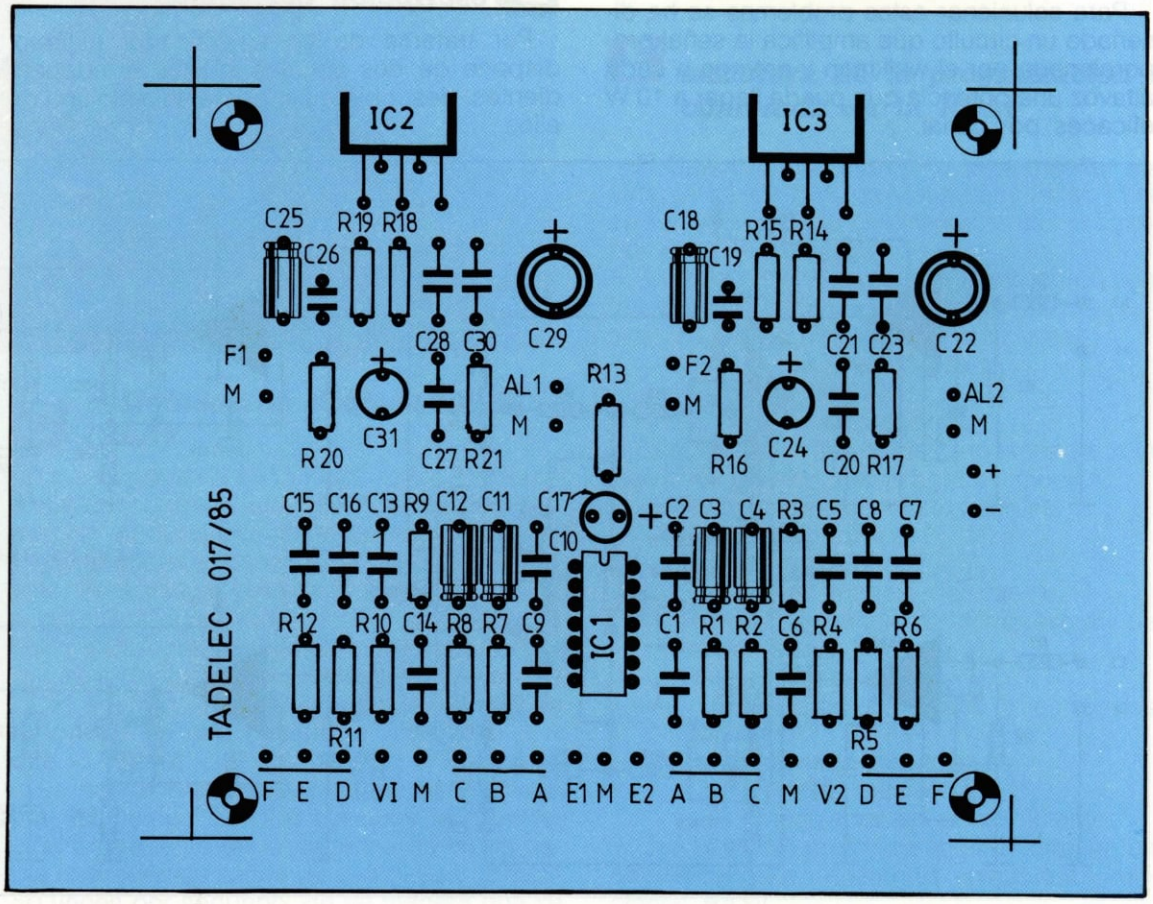
Por tratarse de un amplificador estéreo, dispone de dos canales iguales e independientes; describiremos, por tanto, sólo uno de ellos.




*Esquema eléctrico del amplificador estéreo para walkman.*

*Conexionado de los diferentes elementos del amplificador estéreo para walkman.*




*Serigrafía de componentes sobre la placa de circuito impreso.*

La señal procedente de la conexión para auriculares del walkman llega a través del cable de conexión a la entrada del circuito E2. Las resistencias R1 y R2 forman un divisor de tensión con el fin de adaptar el nivel de salida del walkman a la entrada del circuito preamplificador integrado IC1 (LM382), que está diseñado para que tenga una ganancia de 40 dB cuando el condensador C3 sea de 10 µF. Los condensadores C1 y C4 separan la polarización del circuito integrado IC1 del resto del circuito.

A continuación hay una red correctora de tono, con control de graves y de agudos, para poder modificar la audición al gusto personal de cada uno.

El funcionamiento de este circuito está basado en el hecho de que una corriente eléctrica atraviesa más fácilmente un condensador cuanto más alta es la frecuencia de la misma.

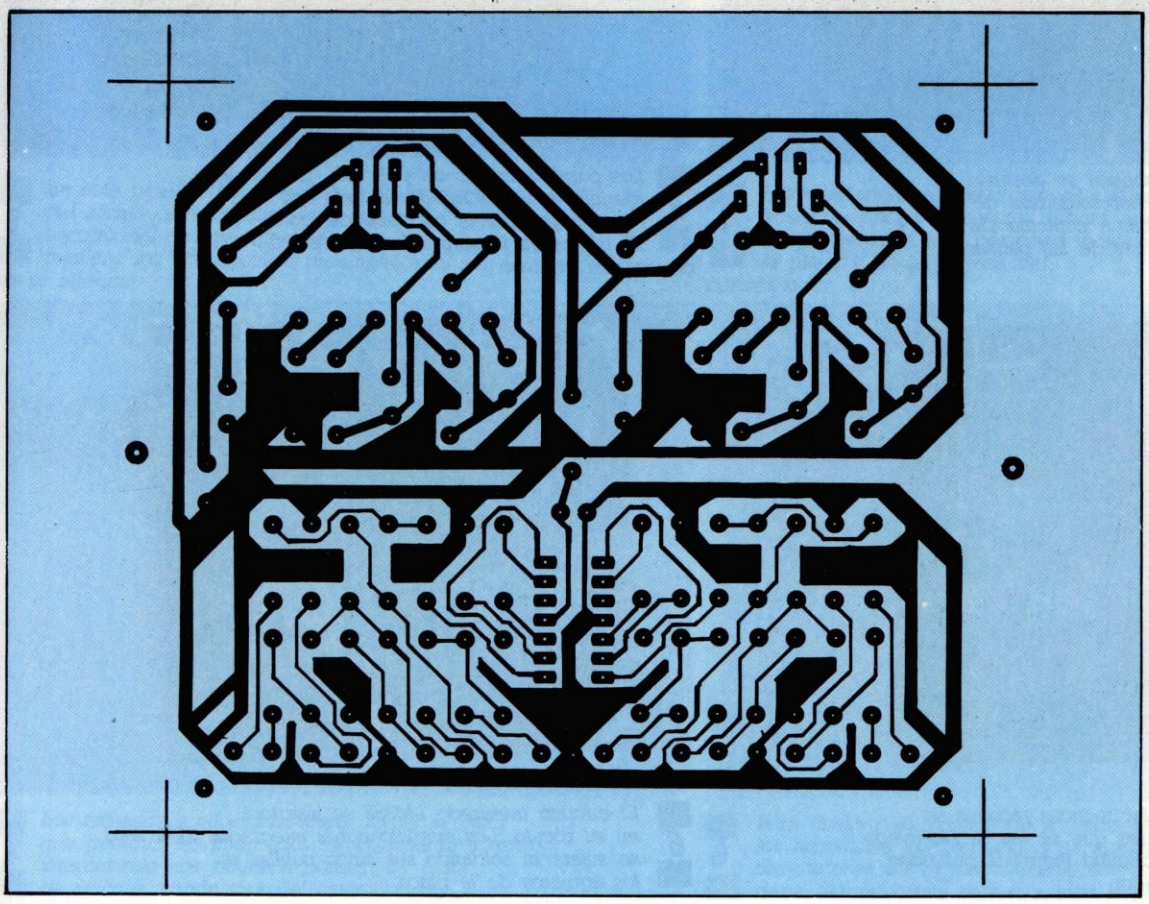
Cuando el cursor de los potenciómetros está en el punto central, este circuito «deja pasar» por igual a todas las frecuencias.

En el caso del potenciómetro de graves, la señal que llega al punto A pasa al punto B a través de C5, o bien a través de dicho potenciómetro. Según el punto B se acerca al A se va facilitando el paso de las frecuencias más bajas (graves) al potenciómetro de volumen a través de la resistencia R5. El condensador C6 evita un exceso de tonos agudos. Las frecuencias altas llegan fácilmente al control de agudos a través del condensador C7, parte de esta señal se deriva a masa por el condensador C8 y parte llega al potenciómetro de volumen a través de R6; el máximo paso de notas agudas se logra cuando el cursor E llega al punto F. Estos controles de tono no afectan a las frecuencias medias.

El potenciómetro P1 es un divisor variable de tensión (control de volumen) que suministra el nivel de señal que se desee a la etapa amplificadora de potencia. Esta etapa final está constituida por un único componente activo, el circuito integrado LM 2003, que entrega a la salida 10 W eficaces sobre un altavoz de 2 Ω, aunque se recomienda no sobrepasar los 6 W para que la distorsión sea mínima.

Con el fin de que los controles de volumen y los de tono de ambos canales funcionen simultáneamente, es necesario que los potenciómetros utilizados para dichos controles sean dobles, es decir, que sean dos potenciómetros iguales accionados por el mismo eje.

El potenciómetro de balance, cuando se sitúa en su posición central, actúa por igual sobre los dos canales cargando a cada uno de ellos con una resistencia de 50 kΩ. Al girar este potenciómetro hacia uno de los lados deriva hacia masa parte de la señal que debería ir al potenciómetro de volumen, y al final del recorrido conecta uno de los canales a masa, con lo cual la tensión en bornes del potenciómetro de volumen correspondiente es cero, quedando mudo dicho canal.



*Circuito impreso del amplificador estéreo para walkman. Tamaño real.*

Opcionalmente puede eliminarse el potenciómetro de balance, e instalar dos potenciómetros de volumen sencillos independientes de 47 kΩ LOG cada uno, con lo cual se puede regular de forma independiente el volumen de cada amplificador.

### TABLA DE CARACTERISTICAS BASICAS

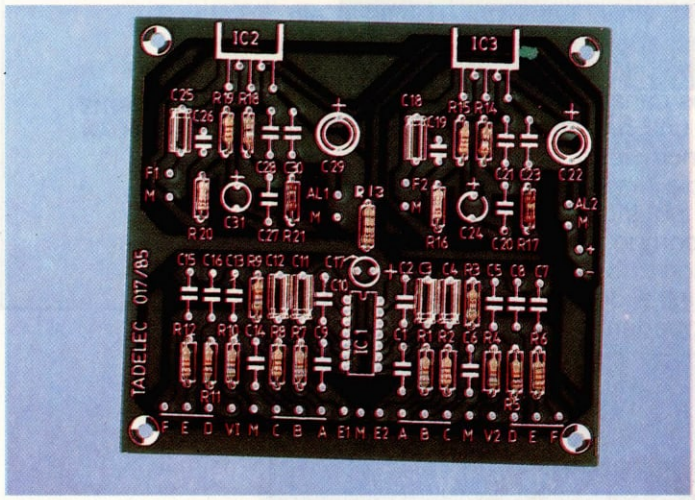
| | |
|---|---|
| *Tensión de alimentación mínima* | *10 V.* |
| *Tensión de alimentación máxima* | *18 V.* |
| *Consumo de corriente mínimo* | *115 mA.* |
| *Consumo de corriente máximo* | *1.300 mA.* |
| *Potencia de salida:* | |
| *6 W sobre altavoz de 4 Ω.* | |
| *10 W sobre altavoz de 2 Ω.* | |
| *Impedancia del altavoz* | *2 a 8 Ω* |
| *Potencia aconsejable para mínima distorsión:* | |
| *4 W sobre 4 Ω.* | |
| *6 W sobre 2 Ω.* | |

Se ha probado el circuito con altavoces de 4 Ω, muy fáciles de conseguir por el hecho de ser los que se conectan a equipos instalados en automóviles; además se han ensayado tensiones desde los 9 hasta los 18 V, y el resultado obtenido ha sido satisfactorio, consiguiéndose una potencia más que suficiente para permitir una escucha cómoda en una habitación o en un automóvil.

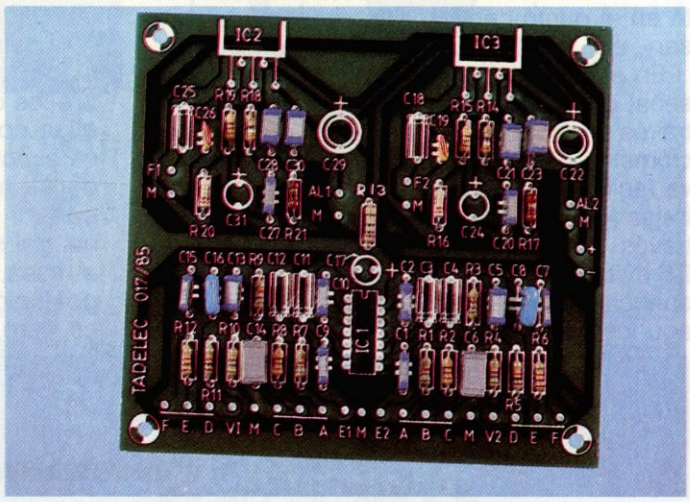
## Algunos consejos para el montaje

El montaje de los componentes sobre la placa no presenta ninguna dificultad especial.

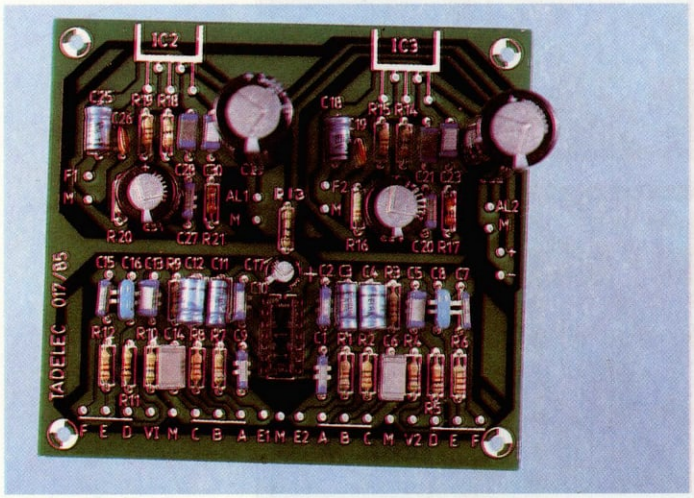
Los circuitos integrados amplificadores de potencia se han emplazado en un lateral de



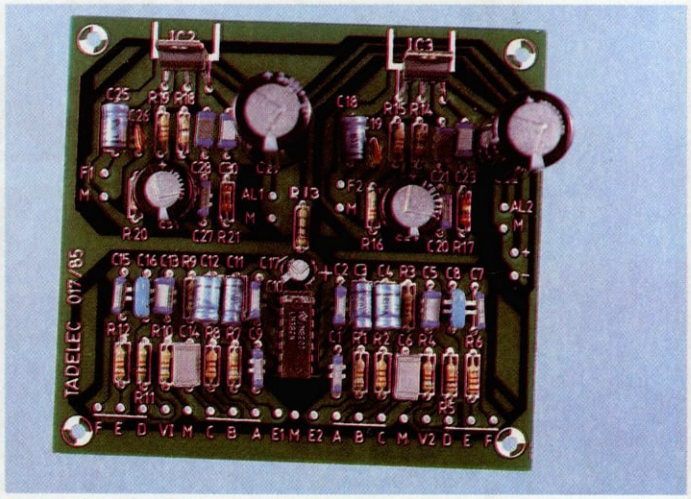

**1** *El primer paso del montaje se destina a la inserción y posterior soldadura de las resistencias en la placa. A continuación se cortarán los sobrantes de las patillas de las mismas.*




**2** *Los condensadores de poliéster, fácilmente identificables, se instalarán cada uno en en el lugar que le corresponde, como se indica en la serigrafía de la placa de circuito impreso.*




**5** *Los condensadores electrolíticos radiales se instalarán en los lugares que se les ha reservado; la patilla de mayor longitud indica la polaridad positiva del condensador.*




**6** *El circuito integrado LM382 se insertará en su zócalo. Los amplificadores integrados TDA 2003 se sujetarán soldando sus cinco patillas en los agujeros de la placa.*

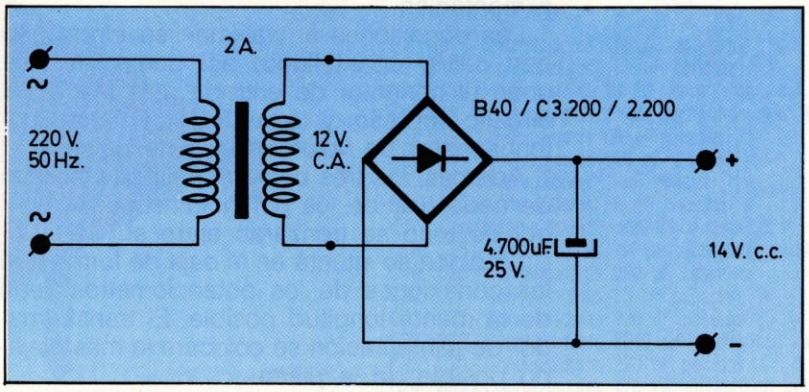
la placa para permitir el uso de diferentes tipos de disipadores de calor. En el caso de que se desee obtener el máximo rendimiento del equipo alcanzando los niveles más altos de potencia resultará conveniente aumentar el tamaño de dichos disipadores.

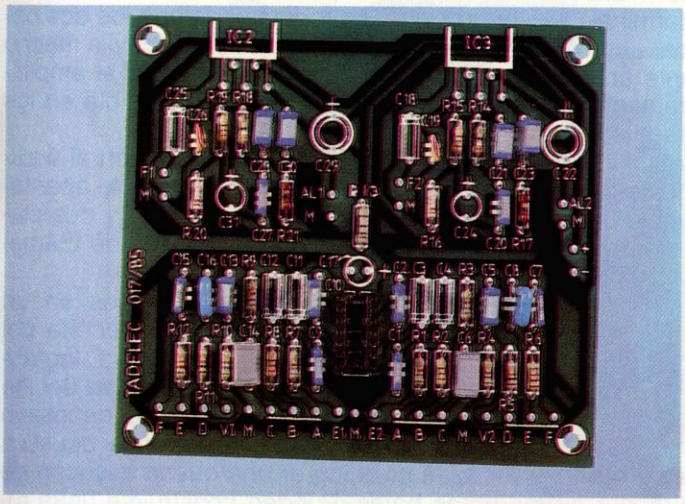
Para la instalación en automóvil recomendamos utilizar la caja ELBOX RE-2; en este caso, el terminal (−) de la alimentación se conectará a un tornillo de la carrocería del vehículo, y el terminal (+) se unirá a un cable que vaya al positivo de la batería, intercalando el interruptor y un fusible de 3 A.

Si deseamos alimentar el amplificador a partir de la red utilizaremos un transformador de red con salida a 12 V, capaz de suministrar 2 A, un puente rectificador y un condensador de filtro de gran capacidad; el fusible a utilizar en este caso será de 200 mA. El espacio ocupado por los componentes de la fuente exige el empleo de una caja de mayor tamaño, la ELBOX RE-3 de Retex.

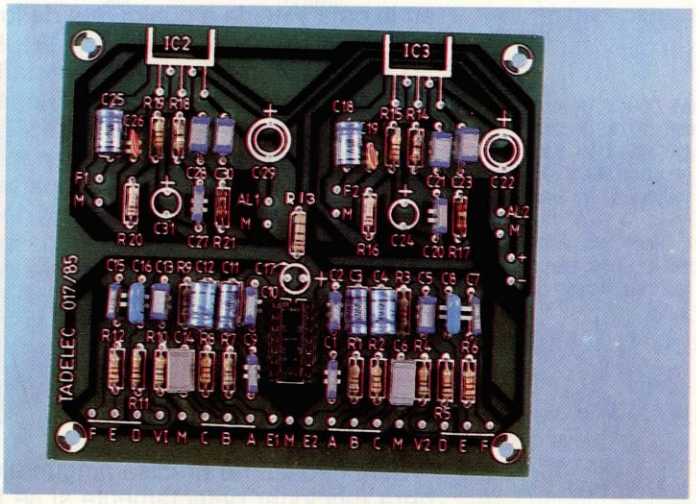
Los cables de salida del transformador, así como los que van del rectificador al condensador de filtrado, y de éste a la placa de circuito impreso deberán tener una sección de

*Esquema de la fuente de alimentación recomendada.*

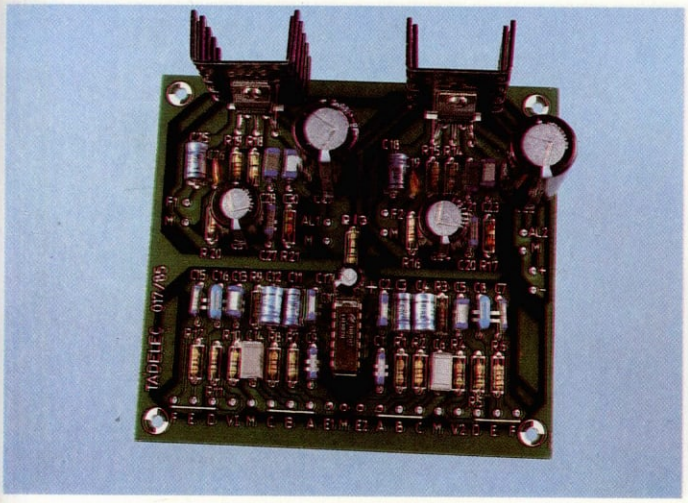


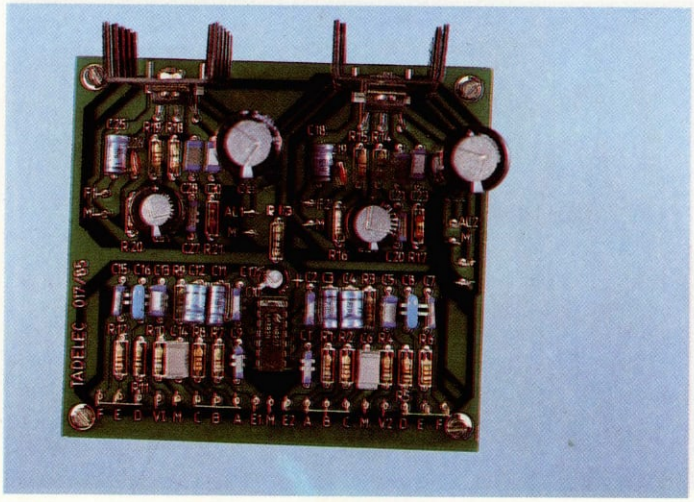

**3** *En este paso se ha procedido a la instalación del zócalo de 14 patillas, que será el soporte del circuito integrado IC1, que contiene los dos circuitos preamplificadores en su interior.*




**4** *Los condensadores electrolíticos axiales se posicionan horizontalmente; deberá prestarse mucha atención a la polaridad indicada en la placa y en la muesca del condensador.*




**7** *Los radiadores necesarios para disipar el calor que generan los integrados se atornillarán a éstos, intercalando una pequeña porción de pasta de silicona, conductora del calor.*




**8** *Para finalizar el montaje de la placa se soldarán los terminales tipo espadín, y se atornillarán los separadores de 10 mm. Llegado este momento se debe dar un breve repaso a toda la placa.*

al menos 1 mm$^2$; esta condición también la deberán cumplir los cables de conexión de los altavoces.

Los terminales de masa (M) que están situados cerca de F1 y F2 se unirán directamente con un cablecillo al terminal (–) de la alimentación.

Las conexiones al walkman se efectuarán con cable apantallado, así como las que unen el conector de entrada a la placa del circuito impreso, y todas las que van al potenciómetro de volumen y al de balance.

Además, los tres cables de las conexiones de cada uno de los potenciómetros de control de tono se trenzarán entre sí.

La placa se situará en la caja de forma que las conexiones de los potenciómetros sean de la menor longitud posible. El transformador de alimentación se colocará lo más alejado posible de la placa.

Es necesario efectuar una toma de masa en la caja y unirla a cualquiera de los terminales M de la parte inferior de la placa.

Las conexiones que van directamente unidas a la red deberán aislarse perfectamente de las partes metálicas de la caja para evitar accidentes peligrosos y desagradables.

Al agujero practicado en la parte posterior de la caja, para permitir la salida del cable de red, deberá proveerse de un pasamuros de goma, con el fin de que la chapa de aluminio no seccione el plástico protector de dicho cable.

## Ajuste del equipo

Este circuito no precisa ningún ajuste y deberá funcionar pefectamente si se ha montado de forma correcta.

Es necesario tener en cuenta que los mandos de volumen del walkman y del amplificador funcionan actuando ambos sobre el nivel de la señal, o sea, que si alguno de ellos está a cero no llegará nada a la etapa de potencia y, por tanto, no se escuchará ningún sonido por el altavoz. Se recomienda situar el mando de volumen del walkman a 1/3 del principio de su recorrido, y utilizar el mando del amplificador para el control de volumen.

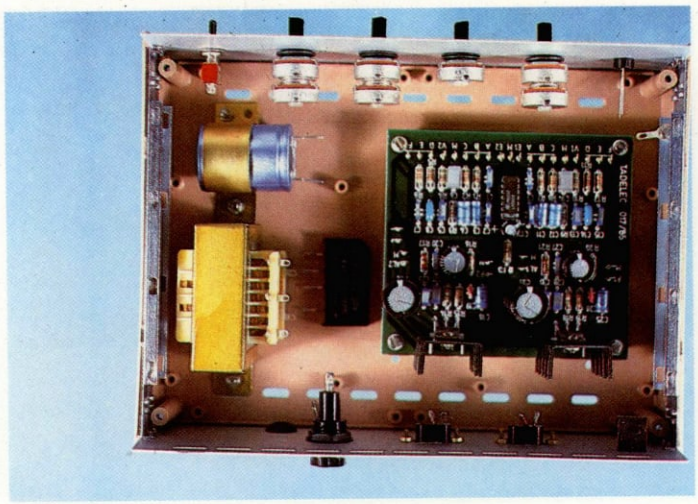
En algún caso puede suceder que la señal suministrada por el walkman no sea de suficiente nivel; entonces puede irse aumentando la resistencia R2 hasta lograr un nivel satisfactorio, o bien disminuir el valor de la resistencia R1.

Este amplificador puede conectarse a la salida de altavoz de cualquier receptor de radio de pequeña potencia. Se han realizado ensayos con un receptor de radio de bolsillo con salida de altavoz de 8 Ω y ha dado un resultado sumamente satisfactorio.

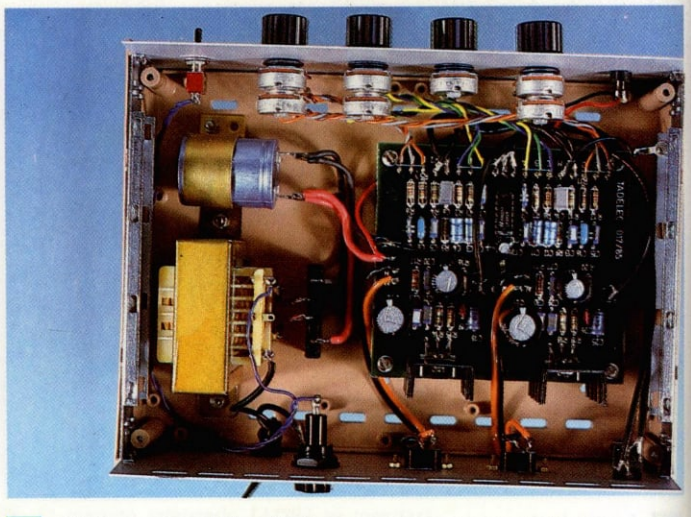
En el caso de que la fuente de señal no sea estereofónica, se recomienda unir los dos canales sobre los terminales de la clavija macho de entrada del cable de conexión al amplificador, para que la señal sea audible en los dos altavoces.

Para fabricar el cable de conexión al walkman se necesitará partir de un cable apantallado de dos conductores y malla, y dos clavijas tipo jack estéreo de 3,5 mm de diámetro.

Cuando se instalan los altavoces en un vehículo, las cavidades de la carrocería del coche hacen de caja de resonancia, lográndose el efecto de caja acústica. Si se decide instalar el amplificador en casa es necesario dotar a los altavoces de una caja acústica adecuada para lograr una buena escucha de las notas bajas. Pueden construirse unas rudimentarias y bastante eficaces cajas acústicas con sendos tambores de detergente vacíos, de uso común en todos los hogares.



**9** *Instalación de los diferentes elementos en la caja. Se ha elegido la alimentación a partir de la red. El condensador de filtro se sujeta con una abrazadera al fondo de la caja.*



**10** *Cableado completo. Obsérvese el mayor grosor de los cables de la fuente de alimentación y los de los altavoces. Los cables que van al interruptor de red no deberán cruzarse con el resto.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1, R7 - Resistencias 6K8 (azul, gris, rojo).
R2, R8 - Resistencias 220 Ω (rojo, rojo, marrón).
R3, R9 - Resistencias 5K6 (verde, azul, rojo).
R4, R10 - Resistencias 560 Ω (verde, azul, marrón).
R5, R11 - Resistencias 10 K (marrón, negro, naranja).
R6, R12 - Resistencia 22 K (rojo, rojo, naranja).
R13 - Resistencia 10 Ω (marrón, negro, negro).
R14, R18 - Resistencias 39 Ω (naranja, blanco, negro).
R15, R19 - Resistencias 220 Ω (rojo, rojo, marrón).
R16, R20 - Resistencias 2,2 Ω (rojo, rojo, oro).
R17, R21 - Resistencias 1 Ω (marrón, negro, oro).

*CONDENSADORES*

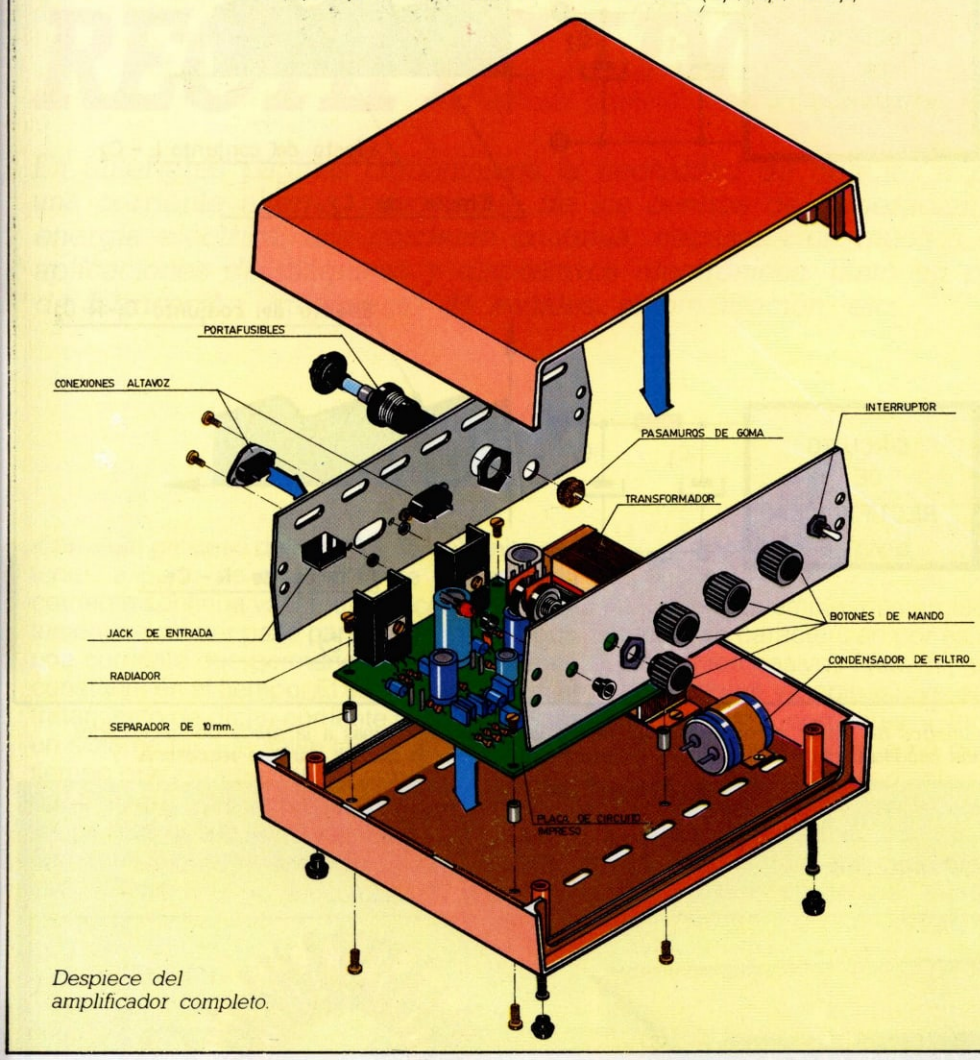
C1, C9 - Condensadores 100 nF poliéster.
C2, C10 - Condensadores 100 nF poliéster.
C3, C11 - Condensadores 10 μF electrolítico axial, 25 V.
C4, C12 - Condensadores 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C5, C13 - Condensadores 68 nF poliéster.
C6, C14 - Condensadores 560 nF poliéster.
C7, C15 - Condensadores 1 nF poliéster.
C8, C16 - Condensadores 10 nF poliéster.
C17 - Condensador 100 μF electrolítico radial, 25 V.
C18, C25 - Condensadores 10 μF electrolítico axial, 25 V.
C19, C26 - Condensadores 220 pF cerámico.
C20, C27 - Condensadores 33 nF poliéster.
C21, C28 - Condensadores 220 nF poliéster.
C22, C29 - Condensadores 2200 μF electrolítico radial, 25 V.
C23, C30 - Condensadores 220 nF poliéster.
C24, C31 - Condensadores 470 μF electrolítico radial, 10 V.

*VARIOS*

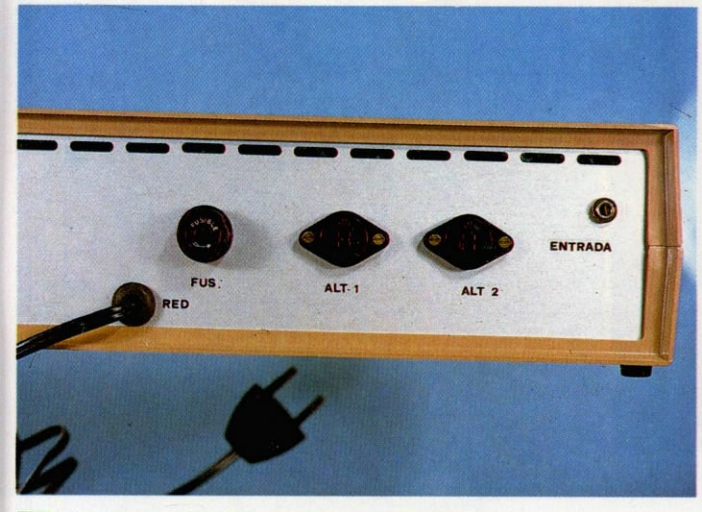
IC1 - Circuito integrado LM382N.
IC2 - Circuito integrado TDA2003.
IC3 - Circuito integrado TDA2003.
P1 - Potenciómetro para panel doble 47 K LOG (volumen).
P2 - Potenciómetro para panel doble 47 K LIN (graves).
P3 - Potenciómetro para panel doble 47 K LIN (agudos).
P4 - Potenciómetro para panel 100 K LIN (balance).
— 1 zócalo para circuito integrado de 14 patillas.
— 2 radiadores para IC2 e IC3.
— 2 conectores altavoz DIN hembra para panel.
— 1 conector hembra jack estéreo para panel (3,5 mm ∅).
— 1 diodo Led rojo 5 mm, con soporte plástico.
— 1 interruptor miniatura.
— 1 portafusibles para panel.
— 1 fusible 3 A.
— 1 caja ELBOX RE-2 (RETEX).

*COMPONENTES FUENTE DE ALIMENTACION (Opcional)*

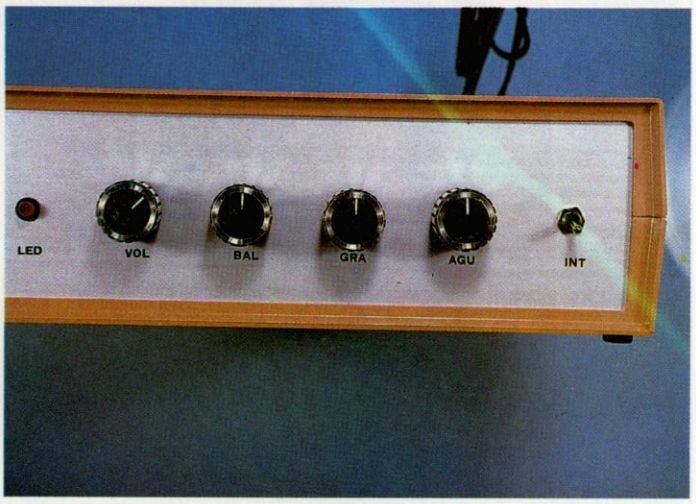
— Transformador Red 220/12 V 50 Hz 2 A.
— Puente rectificador B40 C 3.200/2.200.
— Condensador electrolítico radial 4.700 μF/25 V.
— Caja ELBOX RE-3 (RETEX). (En lugar de la RE-2.)
— Cable red con clavija.
— 1 fusible 200 mA.



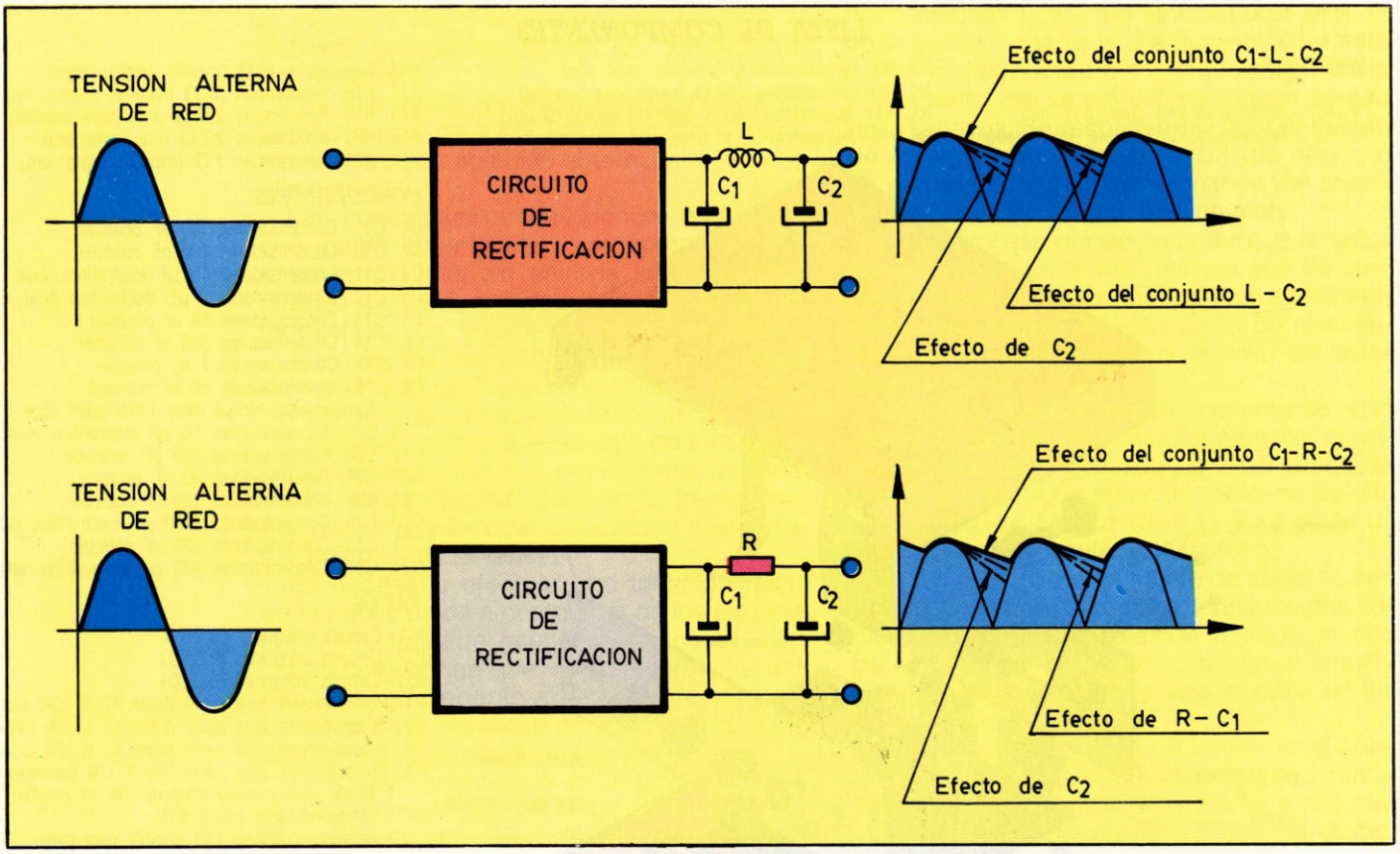

*Despiece del amplificador completo.*




**11** *Vista posterior del aparato ya cerrado. Se ha instalado un pasamuros de goma para evitar que la chapa de aluminio corte la cubierta aislante del cable de red.*




**12** *Frontal del aparato. Es conveniente indicar la función de cada botón de mando mediante letras autoadhesivas. Estas se pueden proteger mediante una capa de laca transparente (puede usarse la de uñas).*




*Se puede conseguir una mejora de los parámetros de rizado y regulación añadiendo un condensador más a la salida del rectificador. Esta opción empieza a contemplar la relación calidad/precio. Otra alternativa consiste en sustituir la bobina por una resistencia.*

*Otro elemento accesorio a la hora de diseñar filtros de mayor calidad lo constituyen las bobinas. Estas, conjuntamente con los condensadores, permiten una respuesta que se acerca más a los requisitos ideales.*

# FILTROS PARA RECTIFICADORES

*En anteriores páginas comentamos la necesidad de obtener a partir de una corriente alterna, procedente de los centros de generación de energía eléctrica, una corriente continua, necesaria en muchas de las aplicaciones de máquinas y dispositivos electrónicos, tanto en procesos de fabricación, tratamiento de señales, automatización, etc.*

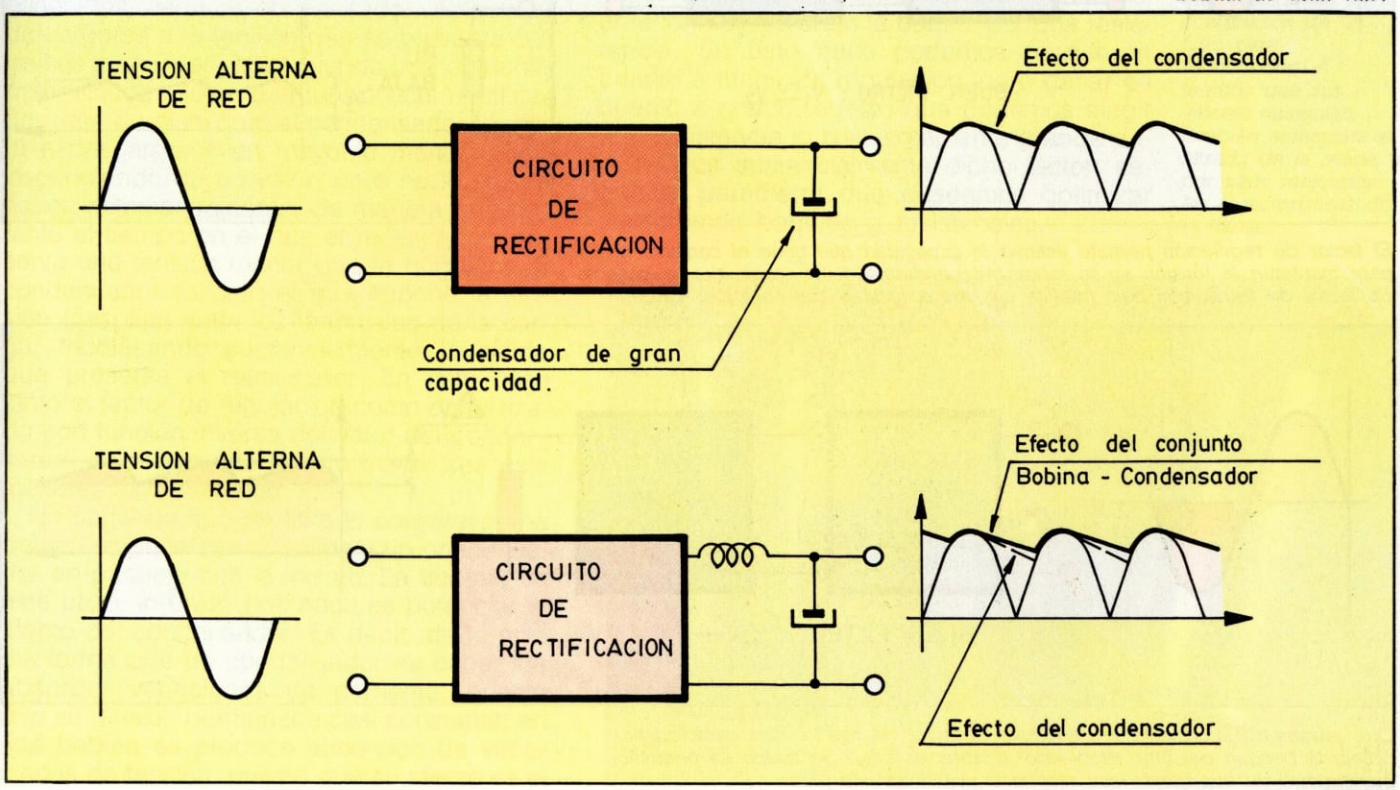
El proceso de rectificación permite obtener, a partir de una corriente alterna, una corriente continua variable, que constituye solamente el primer paso para llegar a conseguir una corriente que permanezca prácticamente constante en el tiempo. El segundo paso en el tratamiento de dicha corriente lo debe realizar un sistema tal que salve las variaciones en el tiempo que experiemnta la corriente rectificada. Cuando ésta se ha sometido a tal proceso, se dice que la corriente ha sido filtrada, y a los circuitos que realizan tal función se les denomina *filtros*.

## Tipos de filtros

Los filtros empleados en fuentes de alimentación se caracterizan por estar formados con elementos pasivos (esto es, resistencias, condensadores y bobinas), ya que pueden estar sometidos a corrientes y tensiones relativamente grandes, lo que no permiten los filtros activos (formados mediante circuitos integrados), que trabajan con valores bajos de tensiones y corrientes.

Antes de tratar los diferentes tipos de filtros que se pueden acoplar a las fuentes de ali-

*Un filtrado muy sencillo pero eficaz lo produce un condensador de gran capacidad situado a la salida del rectificador. Presenta el inconveniente de un rizado apreciable. Este efecto se atenúa intercalando entre el rectificador y el condensador una bobina de gran valor*



mentación, vamos a definir unos parámetros que, en cualquier caso, nos darán idea de «lo bueno que puede llegar a ser un filtro frente a otro», y nos permitirán, por tanto, una clasificación de los mismos en función de dichos parámetros. Definimos entonces el factor de rizado de una fuente como el cociente entre el valor eficaz de las componentes alternas de la tensión de salida, y el valor medio de la misma:

$$r\,(\%) = 100 \cdot \frac{\text{Vef. comp. alternas}}{\text{Valor medio}}$$

de manera que la calidad de un filtro de alimentación se medirá por el valor de dicho factor de rizado.

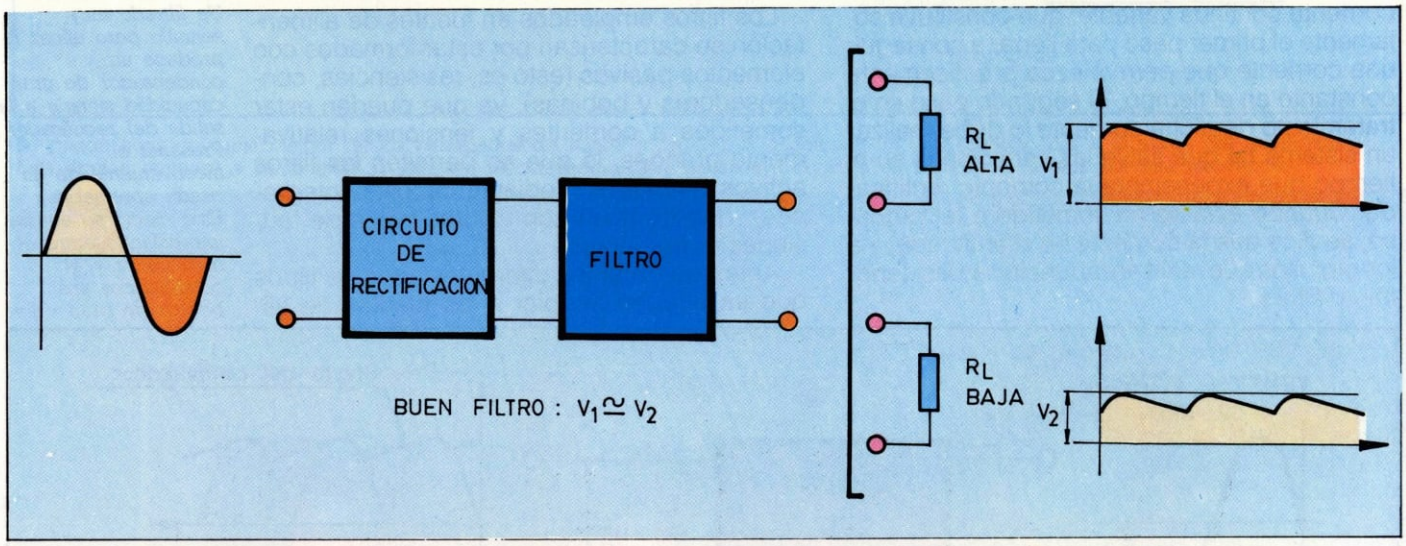
Otro coeficiente que permite distinguir el tipo de filtro lo constituye el factor de regulación, pero dicho factor se ve influido no sólo por el tipo de filtro, sino también por la clase de rectificador empleado. El factor de regulación se define como el cociente entre la tensión en vacío (es decir, sin cargas en la salida), menos la tensión a plena carga (es decir, la máxima carga que se va a colocar a la salida), y la tensión de salida a plena carga:

$$R\,(\%) = \frac{\text{V (vacío)} - \text{V (plena carga)}}{\text{V (plena carga)}}$$

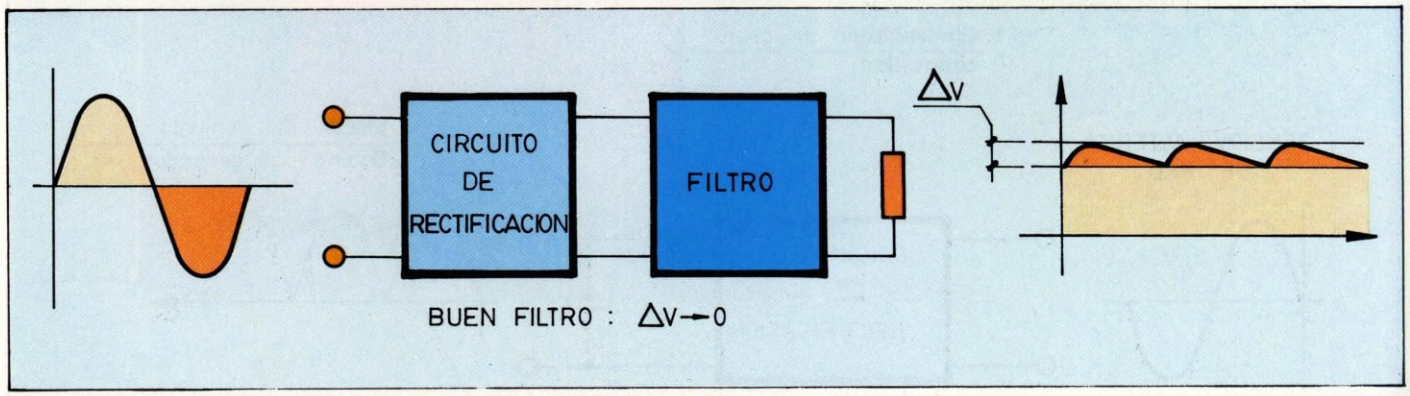
El valor de la tensión de salida a plena carga se ve influido por la resistencia del secundario del transformador y por la resistencia que presentan los diodos rectificadores polarizados en directo (de aquí que este valor dependa del empleo de rectificadores de media onda o de onda completa, ya que en un caso la corriente atraviesa un diodo, y en el otro, dos).

## Tipos de filtros pasivos

Una vez introducidos los coeficientes de rizado y regulación, podemos pasar a conside-




*El factor de regulación permite estimar la capacidad que tiene el conjunto rectificador + filtro para mantener la tensión en su salida independiente de la carga que se conecte a esta salida. Un factor de regulación bajo implica una salida estable con cualquier carga.*




*Otro parámetro importante lo constituye el factor de rizado. Esta característica refleja la bondad del filtro empleado. Cuando el factor de rizado es pequeño, disponemos de una fuente con respuesta prácticamente plana.*

rar los distintos tipos de filtros pasivos que podemos emplear. En cualquier caso, está claro que la calidad de un filtro se ve influida directamente por su precio, pero se puede encontrar un compromiso razonable calidad/precio que nos permita disponer de una fuente con unas características de salida adecuadas.

Básicamente podemos distinguir cuatro tipos de filtros, que aparecen con más o menos frecuencia en los esquemas de la mayoría de fuentes de alimentación, y se conocen como: filtro de condensador, filtro inductancia-condensador, filtro en $\pi$ de inductancia y condensadores y filtro en $\pi$ de resistencia y condensadores. Cualquier respuesta de estos filtros se puede mejorar acoplándolos en cascada, pero en cualquier caso, la adición de nuevas células a un filtro de red produce efectos cada vez menos importantes, aumentando, sin embargo, el coste de forma lineal. Por tal motivo, en la mayoría de los casos está justificado el uso de una sola célula de filtrado, siempre y cuando las condiciones de funcionamiento no sean demasiado exigentes, en cuyo caso se prevé el uso de una célula más como último recurso.

## Características de los distintos tipos de filtros

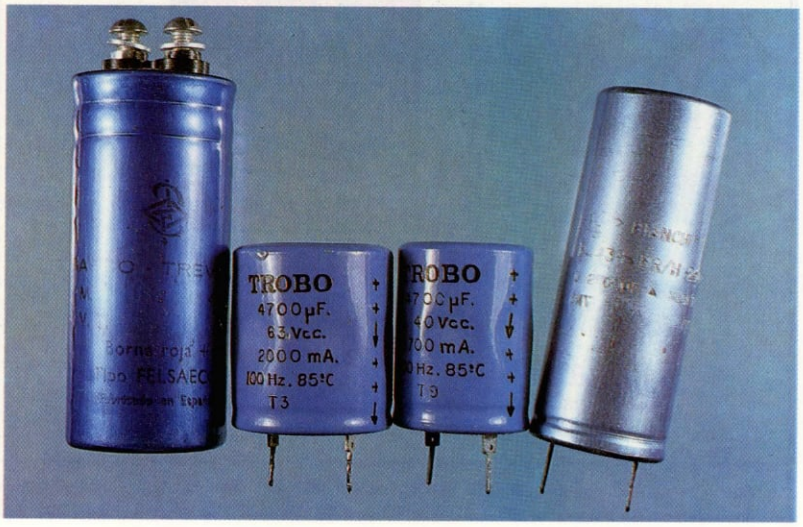
El filtro más sencillo, y por ello también más barato, lo constituye un condensador electrolítico en paralelo con la salida. Cuando la señal, rectificada por cualquiera de los métodos conocidos, llega al condensador, éste trata de cargarse a la tensión que se presenta entre sus terminales, absorbiendo una corriente determinada. Cuando la tensión del rectificador trata de disminuir, el condensador tenderá a descargarse en mayor o menor grado dependiendo de su valor, pero no lo puede hacer instantáneamente, de manera que durante el tiempo en el que el rectificador presenta una tensión menor que la que tiene el condensador es éste el que impone la tensión (casi fija) entre los terminales de la carga, modificando sustancialmente la salida que presenta el rectificador. En este caso tanto el factor de regulación como el de rizado son función inversa del valor del condensador, de modo que cuanto mayor sea éste menores serán ambos.

Un segundo tipo de filtro lo constituye una bobina en serie con la salida y un condensador en paralelo con la misma. La bobina, en este caso, lo único que hace es potenciar el efecto del condensador. Es decir, de la misma forma que un condensador es capaz de absorber variaciones de corriente, puesto que su tensión permanece casi constante, en una bobina se produce absorción de variaciones de tensión, puesto que su efecto es el de mantener casi constante la corriente que la atraviesa. De esta manera la bobina se sitúa entre un terminal de salida del rectificador y el condensador electrolítico, tratando de absorber así los cambios de tensión que se producen en el condensador (pequeños cambios, naturalmente), y produciendo una respuesta con menos rizado. En este caso, el rizado es función inversa del producto de los valores del condensador y la bobina. La regulación con este filtro se hace independiente de la carga.

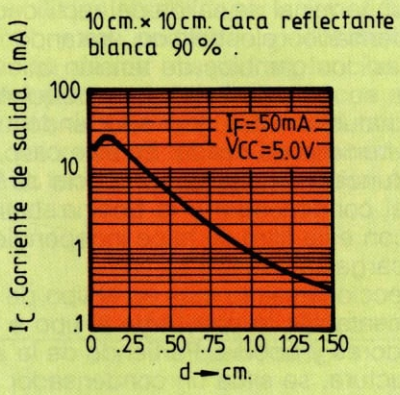
Un perfeccionamiento más en el tipo de filtro de alimentación lo constituye el tipo $\pi$ de condensadores y bobina. Partiendo de la anterior estructura, se sitúa un condensador inmediatamente antes de la bobina y en paralelo con la salida del rectificador. El funcionamiento podemos analizarlo como sigue: el condensador se pone antes de la bobina para compensar las pequeñas variaciones de corriente que se puedan producir en ésta, ya que un condensador mantiene casi constante la tensión entre sus terminales, pero es capaz de dar la corriente que se le pida en cualquier momento. De modo que si la bobina se ve falta de corriente es el condensador situado antes de ésta el que suministra esa pequeña corriente, produciendo, además, una respuesta plana en la salida.

En este caso, el factor de rizado es función inversa del producto de los valores de los condensadores, la bobina y la resistencia de carga, y el factor de regulación es función inversa del valor del condensador conectado a la salida del rectificador.

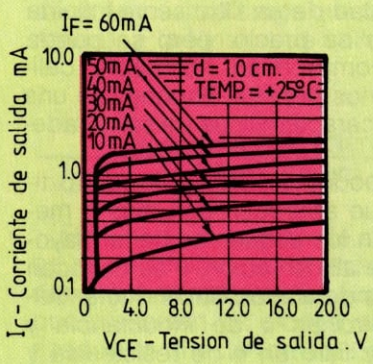
Por último, comentamos una alternativa al anterior, sustituyendo la bobina por una resistencia. En este caso podemos perder en cuanto a factor de regulación, pero ganar en cuanto a rizado, puesto que podemos elegir una resistencia lo suficientemente grande para reducir sustancialmente dicho factor; según el parámetro que deseemos optimizar utilizaremos bobinas o resistencias.



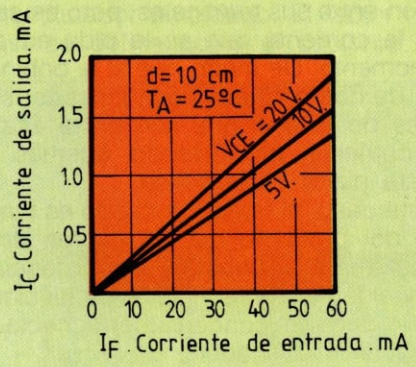

*Los condensadores son elementos imprescindibles en la constitución de un filtro para rectificación. A medida que sus valores aumentan, también aumentará el filtrado de la salida, y por tanto mejorarán las características de la fuente.*



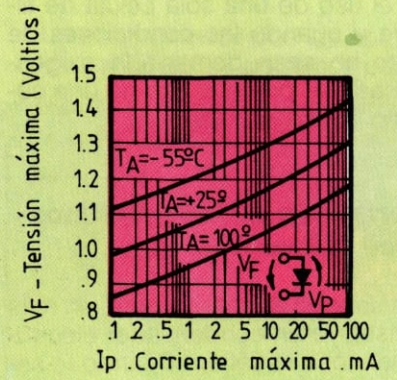

*Corriente de salida en función de la distancia de detección.*



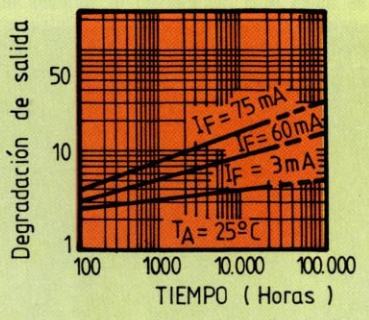

*Corriente de salida en función de la tensión de salida, para distintas intensidades de entrada.*



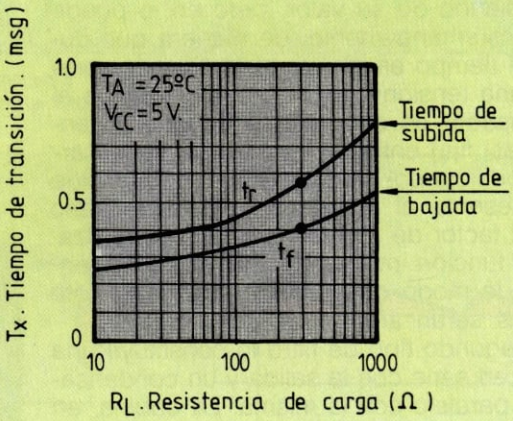

*Corriente de salida en función de la corriente del diodo, para distintas tensiones de salida.*




*Tensión máxima en función de la corriente para distintas temperaturas ambiente.*




*Degradación de la salida en función del tiempo para distintas corrientes de funcionamiento.*



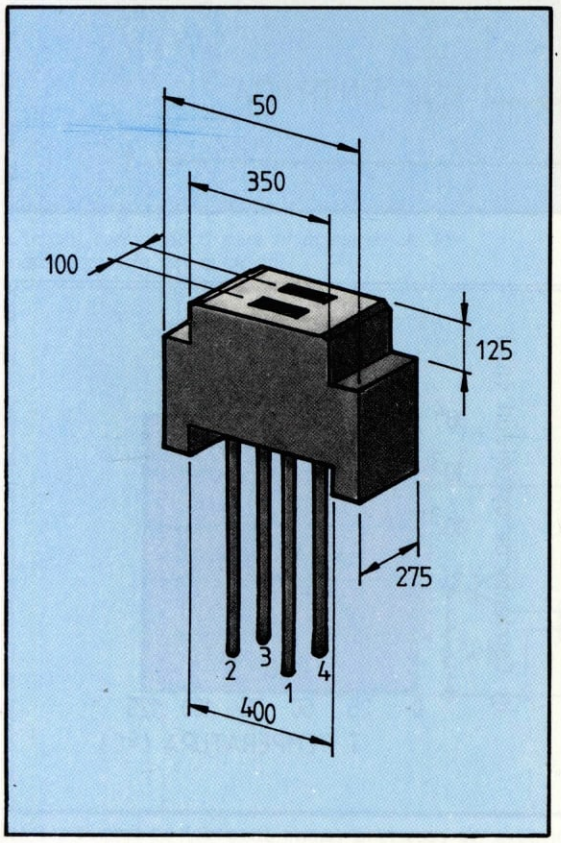

*Tiempos de transición (tiempo de subida y bajada) en función de la resistencia de carga.*

# EL MSA 7

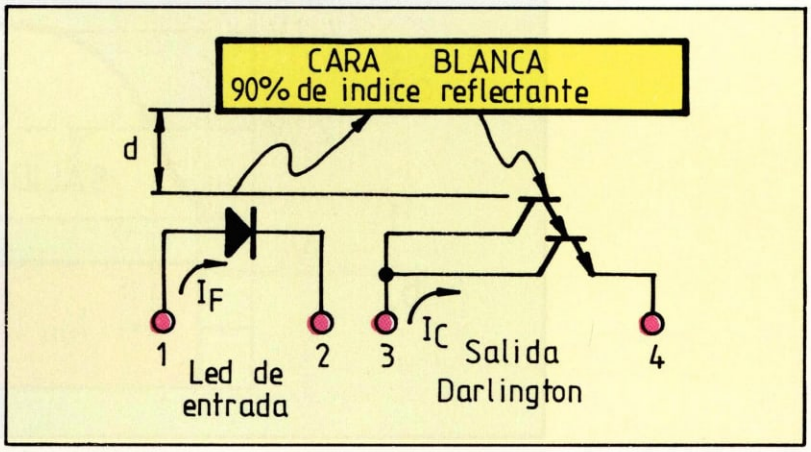
*El MSA7 es un optoacoplador que funciona por reflexión luminosa; consta de un diodo Led de rayos infrarrojos y un fototransistor en montaje Darlington construido en tecnología planar.*

Ambos ejes, el de emisión y el de recepción, son paralelos y perpendiculares a la cara frontal del MSA 7. El fotodarlington solamente responde a la radiación emitida por el diodo cuando un objeto o superficie reflectante se encuentra dentro del campo de detección.

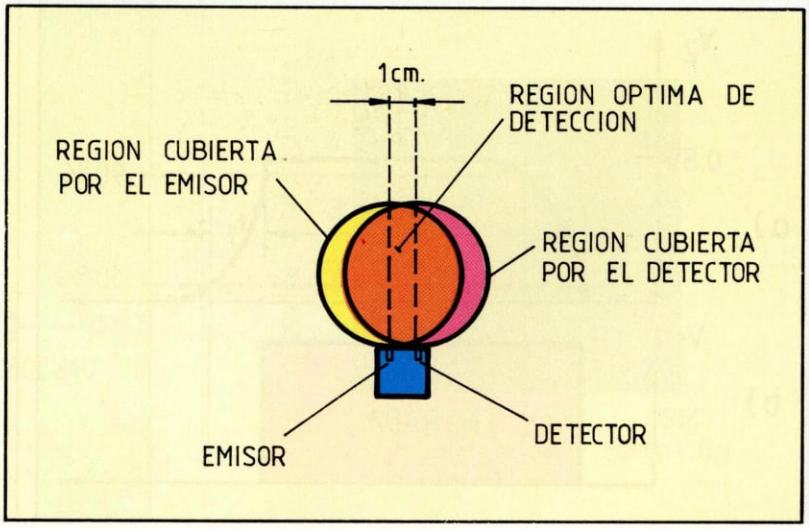
La conexión fotodarlington es sensiblemente igual a la del fototransistor, por lo que este optoaislador puede emplearse como sustitutivo de optoacopladores por reflexión cuya salida de detección se realice mediante un fototransistor. La ventaja de emplear el montaje del fotodarlington consiste en que la ganancia de la etapa es mucho mayor, lo que le hace adecuado para los casos en que la co-




*Encapsulado y dimensiones físicas del MSA 7.*




*Esquema equivalente aplicable a los circuitos optoacopladores MSA 7 y MCS 7.*




*Distribución espectral de máxima sensibilidad, con una luz ambiente de 1.615 candelas por metro cuadrado.*

**FABRICANTE**

General Instruments.

rriente de entrada es baja, o las condiciones de detección son más precarias, y también cuando la corriente de salida deba ser elevada; sin embargo, la velocidad de respuesta es algo menor (véanse las curvas adjuntas).

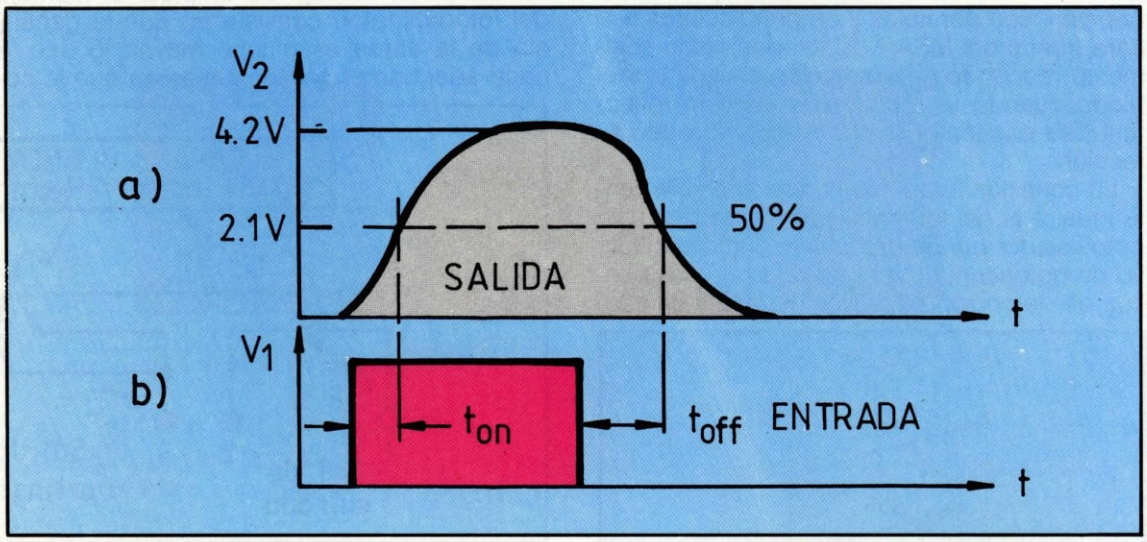
## Encapsulado

Se presenta encapsulado en plástico con cuatro terminales o patillas de conexión dispuestos en doble línea, con la separación normalizada de 2,54 mm (0,1 pulgadas). Su forma física se ha diseñado expresamente para poder colocarlo en la ventana de detección, de tal manera que no precise adaptaciones complementarias (ver figura adjunta).

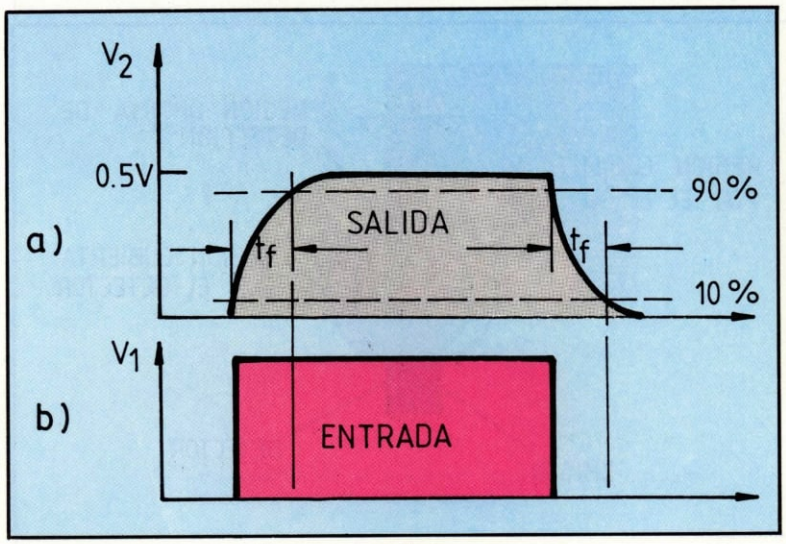
## Aplicaciones

El MSA 7 es adecuado en todas aquellas aplicaciones en las que se necesita efectuar una detección de objetos a distancia no mayor de 30 mm. Las condiciones de luz ambiente pueden afectar la medida si existen fuentes de radiación compendidas entre 100 nm y 1.500 nm (1 nm = $10^{-9}$ m, radiación infrarroja). Se emplean, por tanto, en las siguientes aplicaciones:

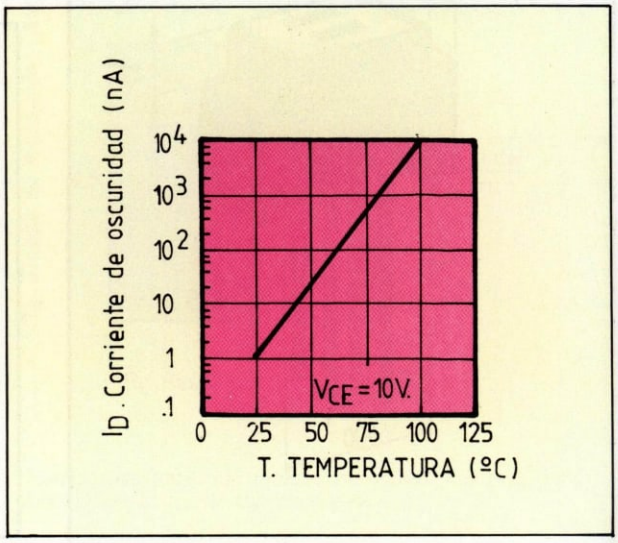
— Células sensoras.
— Contador de objetos en cadena de montaje.
— Control de velocidad de motores eléctricos.
— Periféricos de ordenador.




*Formas de onda saturadas: a) pulso de salida en el fotodarlington; b) pulso de entrada al diodo.*




*Formas de onda no saturadas: a) pulso de salida en el fotodarlington; b) pulso de entrada al diodo.*




*Corriente de oscuridad (diodo apagado) en función de la temperatura ambiente.*

— Máquinas tragaperras.
— Control de encendido de electrodomésticos.
— Sistemas de seguridad en máquinas de elementos móviles.
— Etc.

## Valores límite de funcionamiento

Temperatura de almacenamiento: −55 a 100 °C.
Temperatura de funcionamiento: −55 a 100 °C
Pico de temperatura (5 s): 260 °C.
Máxima potencia disipada (25 °C ambiente): 250 mW.
Deriva lineal a 25 °C: 3,3 mW/° C.

## EQUIVALENTES

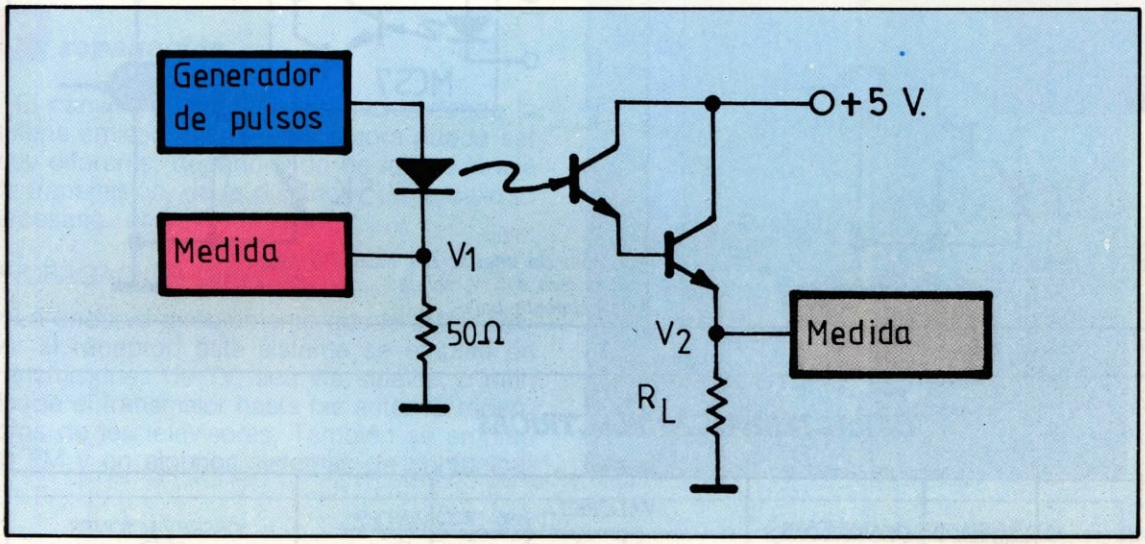
MCA 7.
MCS 7.

DIODO

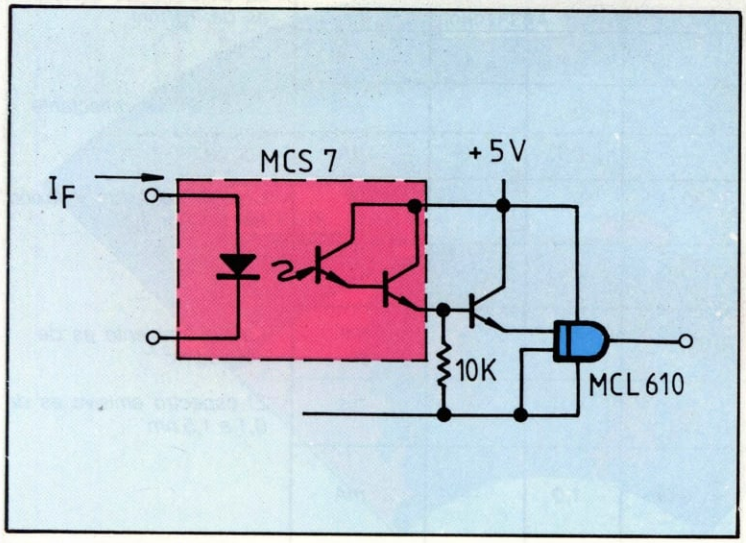
Disipación de potencia (25 °C ambiente): 90 mW.
Desviación lineal a 25 °C: 1,2 mW/°C.
Corriente máxima: 60 mA.
Tensión máxima: 3 V.
Corriente máxima de pico (1 μs): 3 A.

DARLINGTON

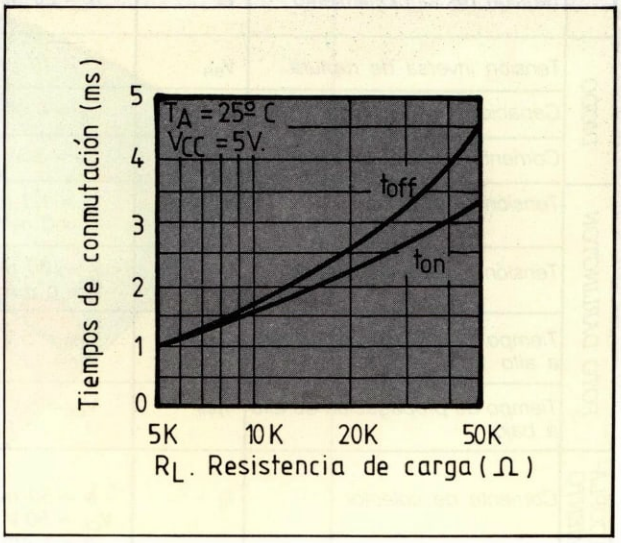
Potencia disipada a 25 °C de T. ambiente: 150 mW.
Desviación lineal a 25 °C: 2,0 mW/°C.
Corriente de colector: 25 mA.
Tensión de colector-emisor: 30 V.



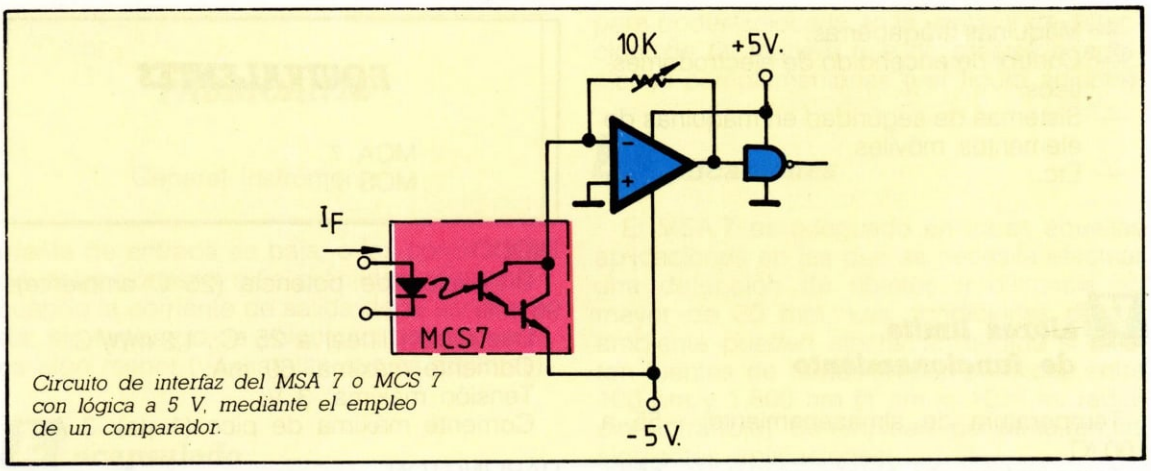

*Circuito esquemático para el muestreo de los parámetros de conmutación.*



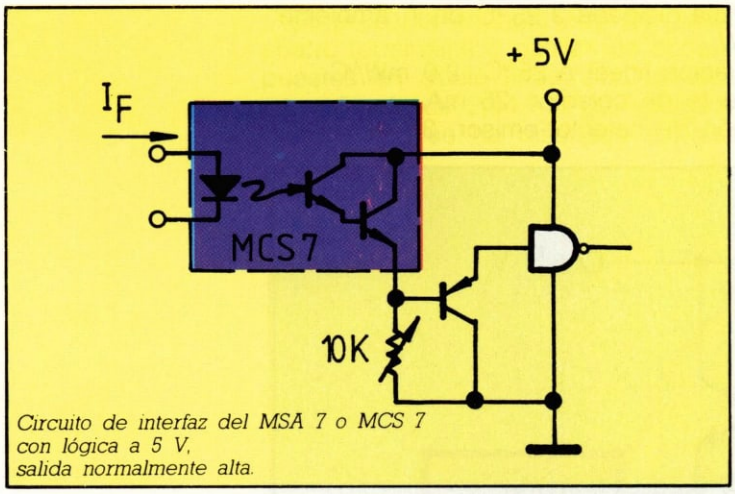

*Disparo optoacoplado de un sistema lógico mediante un amplificador de tensión.*



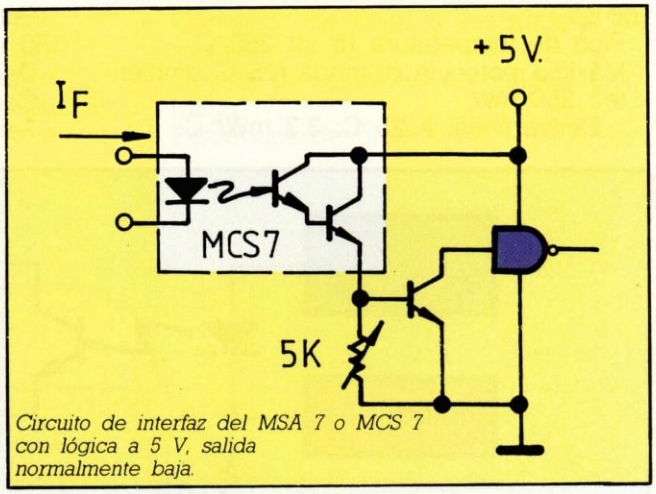

*Tiempos de conmutación ($t_{off}$ y $t_{on}$) en función de la resistencia de carga.*




*Circuito de interfaz del MSA 7 o MCS 7 con lógica a 5 V, mediante el empleo de un comparador.*




*Circuito de interfaz del MSA 7 o MCS 7 con lógica a 5 V, salida normalmente alta.*




*Circuito de interfaz del MSA 7 o MCS 7 con lógica a 5 V, salida normalmente baja.*

## CARACTERISTICAS ELECTRICAS

| | CARACTERISTICAS | SIMBOLO | CONDICIONES | VALORES Mínimo | VALORES Típico | VALORES Máximo | Unidades | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tensión de funcionamiento | $V_F$ | $I_F = 20$ mA | — | 1,25 | 1,50 | V | La distancia de detección es de 10 mm |
| DIODO | Tensión inversa de ruptura | $V_{BR}$ | $I_R = 10$ µA | 3 | 5,5 | — | V | |
| | Capacidad de la unión | $C_j$ | $V_F = 0$ V | — | 5 | | pF | La superficie reflectante empleada es de 100 × 100 mm |
| | Corriente inversa de fugas | $I_R$ | $V_R = 3$ V | — | 0,1 | 10 | µA | |
| FOTO DARLINGTON | Tensión de ruptura | $V_{BCEO}$ | $I_C = 1,0$ mA<br>$I_F = 0$ mA | 30 | 55 | — | V | Con un índice de reflexión del 90 por 100 |
| | Tensión inversa de ruptura | $V_{BCEO}$ | $I_C = 100$ µA<br>$I_I = 0$ mA | 5 | 7 | — | V | |
| | Tiempo de propagación de bajo a alto | $T_{PLH}$ | $V_{CE} = 5$ V<br>$R_L = 1$ K | — | 0,6 | — | ms | La luz ambiente es de 100 cd/m² |
| | Tiempo de propagación de alto a bajo | $T_{PHL}$ | $V_{CI} = 5$ V | —<br>$R_L = 1$ K | 0,6 | — | ms | El espectro emisivo es de 0,1 a 1,5 nm |
| ACOPLAMIENTO | Corriente de colector | $I_C$ | $I_F = 50$ mA<br>$V_{CE} = 50$ V<br>$d = 1$ cm | 0,05 | 1,0 | — | mA | |

# ANTENAS

*La antena es el elemento de un circuito capaz de radiar energía, o sea, de establecer en el espacio, a cierta distancia, ondas electromagnéticas que transportan la mayor parte de la potencia entregada por el transmisor. Una mínima parte de la energía transmitida llega a la antena receptora, en la que provoca la circulación de una corriente, que será la señal de entrada al receptor.*

La antena actúa como adaptador de impedancias entre la línea de transmisión que le suministra la energía y el espacio.

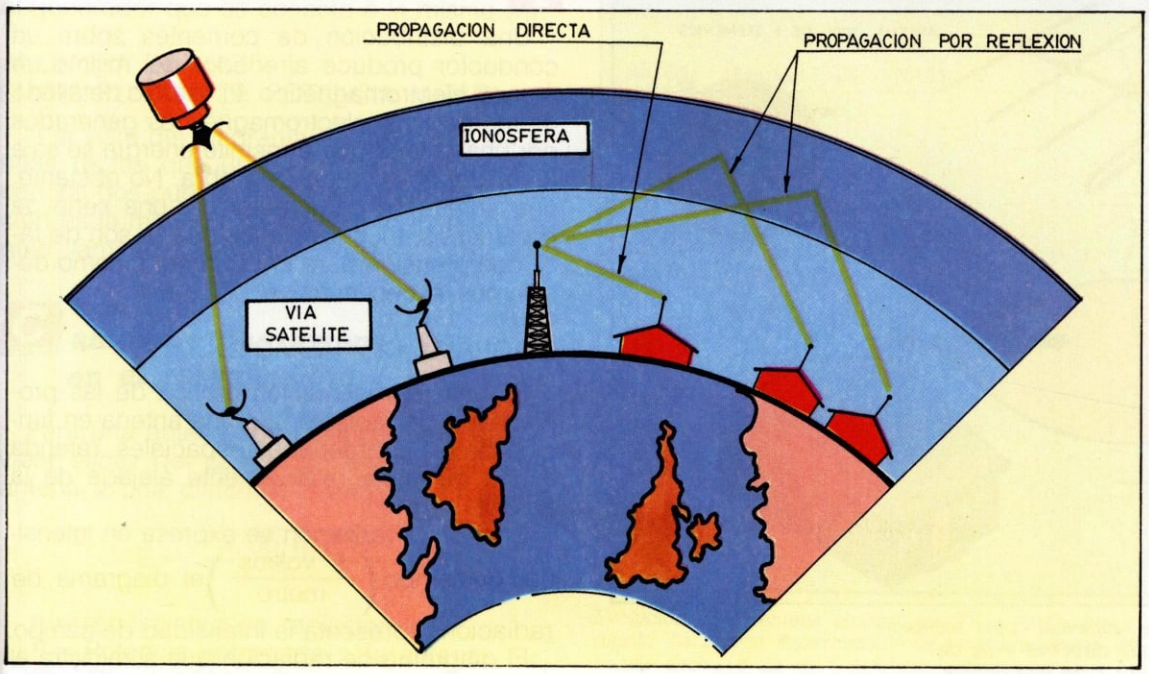
## Propagación

El camino que siguen las ondas desde la antena emisora hasta la receptora puede ser muy diferente, dependiendo de la frecuencia de transmisión, de la distancia, de la calidad necesaria, etc.

PROPAGACION DIRECTA

La onda va directamente desde el transmisor al receptor; este sistema se emplea en transmisiones de TV, sea vía satélite, o bien desde el transmisor hasta las antenas receptoras de los televisores. También se emplea en FM y en algunos sistemas de comunica-

*Conjunto de antenas de un reemisor de TV. La antena más alta es receptora y la más baja es la transmisora, de tipo diedro, y es direccional.*

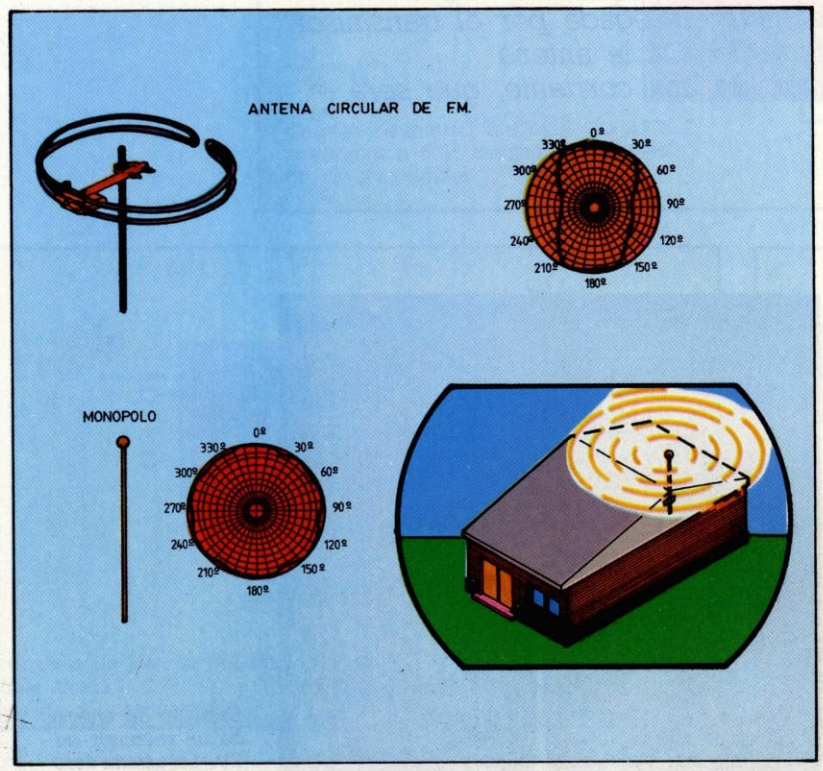



*Diferentes tipos de propagación.*

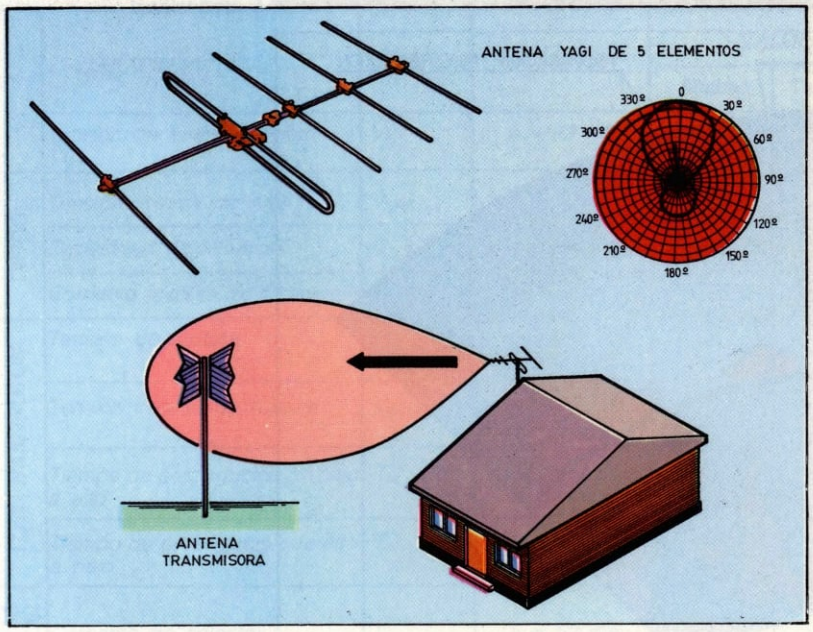
ciones por radio. Las antenas se sitúan en zonas elevadas, bien sean montes, o torretas metálicas, para evitar los obstáculos del terreno o edificaciones.

PROPAGACION POR REFLEXION EN LA IONOSFERA

Se emplea generalmente para transmisiones a larga distancia, incluso puede dar la vuelta a la tierra. Las frecuencias utilizadas van desde las 2 MHz hasta los 27 MHz, aunque las más corrientes son las comprendidas entre 10 MHz y 16 MHz. Este sistema es problemático, pues las condiciones de ionización de la ionosfera varían constantemente y dependen sobre todo de la actividad solar.




*Antenas omnidireccionales. En emisión radian por igual a su alrededor y en recepción no necesitan ser orientadas, pues captan por igual en todas las direcciones.*




*Antena yagi, generalmente empleada como receptor para señales de TV. Es muy directiva y ha de orientarse hacia el transmisor para una óptima captación de la señal.*

## Frecuencia de transmisión

La frecuencia de transmisión depende única y exclusivamente del transmisor, no de la antena, si bien las dimensiones de la misma deberán elegirse teniendo en cuenta las frecuencias utilizadas, tanto en transmisión como en recepción, para que la adaptación de impedancias sea máxima y, por tanto, sea máxima también la potencia total radiada.

En general, puede decirse que el tamaño de una antena (considerando la antena propiamente dicha, no la torreta que la sustenta y eleva sobre el terreno) es inversamente proporcional a la frecuencia.

En teoría, se podría conectar un transmisor que suministre una determinada frecuencia, a una antena que esté preparada para otra frecuencia bastante diferente. En el supuesto que el transmisor no se averiase, la frecuencia que radiaría la antena sería la correspondiente al transmisor; pero al no existir una buena adaptación de impedancias, la potencia radiada sería una mínima parte de la proporcionada por el transmisor y el alcance sería ridículo, comparándolo con el que se lograría empleando la antena apropiada.

## Parámetros de una antena

Una distribución de corrientes sobre un conductor produce alrededor del mismo un campo electromagnético. El estudio detallado de los campos electromagnéticos generados por una antena que transmite energía se sale fuera del objetivo de esta obra. No obstante, una antena se caracteriza por una serie de parámetros, muchos de los cuales son de fácil comprensión para el aficionado, como detallamos a continuación.

DIAGRAMA DE RADIACION

Es una representación gráfica de las propiedades de radiación de una antena en función de las coordenadas espaciales, referida a una distancia relativamente alejada de la antena.

Cuando la radiación se expresa en intensidad de campo $\left(\frac{\text{E voltios}}{\text{metro}}\right)$ el diagrama de radiación representa la intensidad de campo.

El diagrama de radiación que suministra el fabricante suele ser el horizontal, de forma

que si se superpone sobre un mapa del terreno nos proporciona información de la zona donde puede ser captada la emisión.

En el caso de una antena receptora, nos indica la dirección en que captará la máxima señal.

POLARIZACION DE UNA ANTENA

Se trata de un parámetro difícil de comprender para el aficionado, pero dada su importancia es necesario mencionarlo.

La polarización de una onda es la línea trazada, en función del tiempo, por la extremidad del vector de campo eléctrico en un iunto fijo del espacio. Existen tres tipos principales de polarización: circular, elíptica y lineal. Esta última es la más utilizada. La polarización lineal vertical suele utilizarse en radiodifusión y radiocomunicación; por ello las antenas se emplazan en posición vertical.

En España, la polarización elegida para las transmisiones de televisión es la polarización lineal horizontal; esto se puede comprobar fácilmente, observando algún tejado; veremos que todas las antenas están dispuestas en posición horizontal.

DIRECTIVIDAD O GANANCIA

Es la relación que existe entre la intensidad de radiación de una antena en la dirección en que es máxima y la intensidad que produciría la misma antena si repartiese su radiación por igual en todas las direcciones del espacio.

RENDIMIENTO DE RADIACION

Es el cociente entre la potencia total radiada por la antena y la potencia entregada por el generador que se conecta a la misma ($\eta$).

ANCHURA DE HAZ
ENTRE PUNTOS DE POTENCIA MITAD

A la vista del diagrama de radiación, las líneas rectas que unen el centro del mismo con los dos puntos cuya intensidad de radiación es la mitad de la máxima forman un ángulo llamado *anchura del haz.*

## Campo de una antena en el espacio libre

Para una antena con polarización lineal, el valor eficaz del campo generado por dicha antena a una distancia r será:

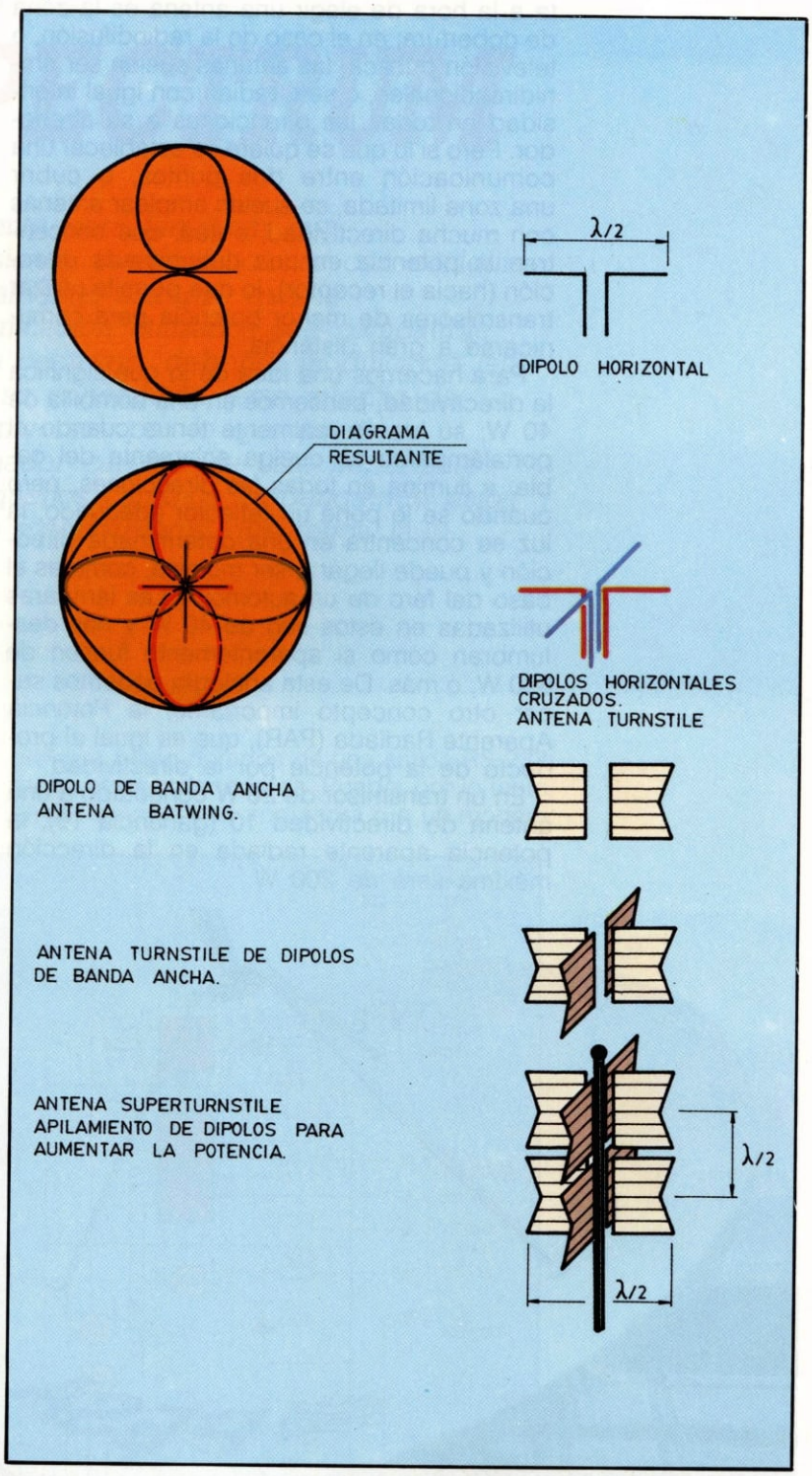
$$E = \frac{\sqrt{30\ \eta\ P\ D}}{r}\ \text{V/m}$$

$\eta$ = rendimiento de radiación.
P = Potencia entregada a la antena.
D = Directividad.

En el caso concreto de señales de TV se suele utilizar la siguiente fórmula:

$$E = \frac{88\ h\ h'\ \sqrt{G \times W0}}{\lambda 0\ r^2}$$

h = altura efectiva de la antena emisora.
h' = altura efectiva de la antena receptora.




*Evolución de la antena emisora de TV a partir del dipolo. La antena superturnstile es omnidireccional, de banda ancha, y de gran potencia, utilizada en la banda de VHF.*

λ0 = longitud de onda central de la radiación.
G = ganancia de la antena emisora.
W0 = potencia de salida del transmisor.

## Potencia aparente radiada

Una de las circunstancias a tener en cuenta a la hora de elegir una antena es la zona de cobertura; en el caso de la radiodifusión, o televisión pública, las antenas suelen ser omnidireccionales, o sea, radian con igual intensidad en todas las direcciones a su alrededor. Pero si lo que se quiere es establecer una comunicación entre dos puntos, o cubrir una zona limitada, se suelen emplear antenas con mucha directividad, o sea, que concentren la potencia en una determinada dirección (hacia el receptor), lo que permite utilizar transmisores de menor potencia para comunicarse a gran distancia.

Para hacernos una idea de lo que significa la directividad, pensemos en una bombilla de 40 W; su luz es realmente tenue cuando el portalámparas se cuelga solamente del cable e ilumina en todas las direcciones, pero cuando se le pone un reflector adecuado, la luz se concentra en una determinada dirección y puede llegar a ser molesta, como es el caso del faro de un automóvil. Las lámparas utilizadas en éstos son de 40 W y nos deslumbran como si aparentemente fuesen de 500 W, o más. De esta analogía podemos sacar otro concepto importante, la Potencia Aparente Radiada (PAR), que es igual al producto de la potencia por la directividad.

En un transmisor de 20 W conectado a una antena de directividad 10 (ganancia 10), la potencia aparente radiada en la dirección máxima será de 200 W.

## Antenas de recepción

Lo expuesto anteriormente para antena de transmisión es válido para antenas en recepción. En este caso se emplean generalmente antenas directivas en el caso de recibir señal de un único transmisor. Si existiesen varios será necesario instalar algún dispositivo que permita orientar la antena, o bien utilizar alguna de tipo omnidireccional, con la consiguiente pérdida de ganancia.

## Arrays de antenas

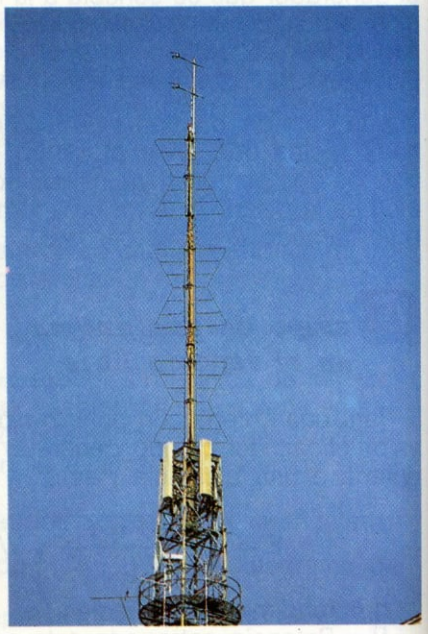
Una antena transmisora no es sencilla, sobre todo cuando hay que transmitir grandes potencias, o se quiere conseguir un determinado diagrama de radiación. Se suelen disponer varios elementos radiantes, de dimensiones muy precisas, situados y orientados también con gran precisión. A estos conjuntos se les denomina con la palabra inglesa *array*.

## Antena yagi

Es una antena muy conocida en España por ser la más comúnmente utilizada como antena receptora de televisión; está compuesta por un dipolo plegado de longitud 0,46 λ, una varilla reflectora de longitud 0,5 λ y varias directoras de longitud alrededor de 0,4 λ (λ es la longitud de onda de la señal transmitida).

A mayor número de varillas directoras mayor es la ganancia de la antena, aunque se exige más precisión al orientarla hacia la antena transmisora.

*Antena receptora de TV por satélite; la antena, propiamente dicha, está situada en el vértice del trípode. La parábola concentra la señal sobre la antena logrando una gran directividad.*

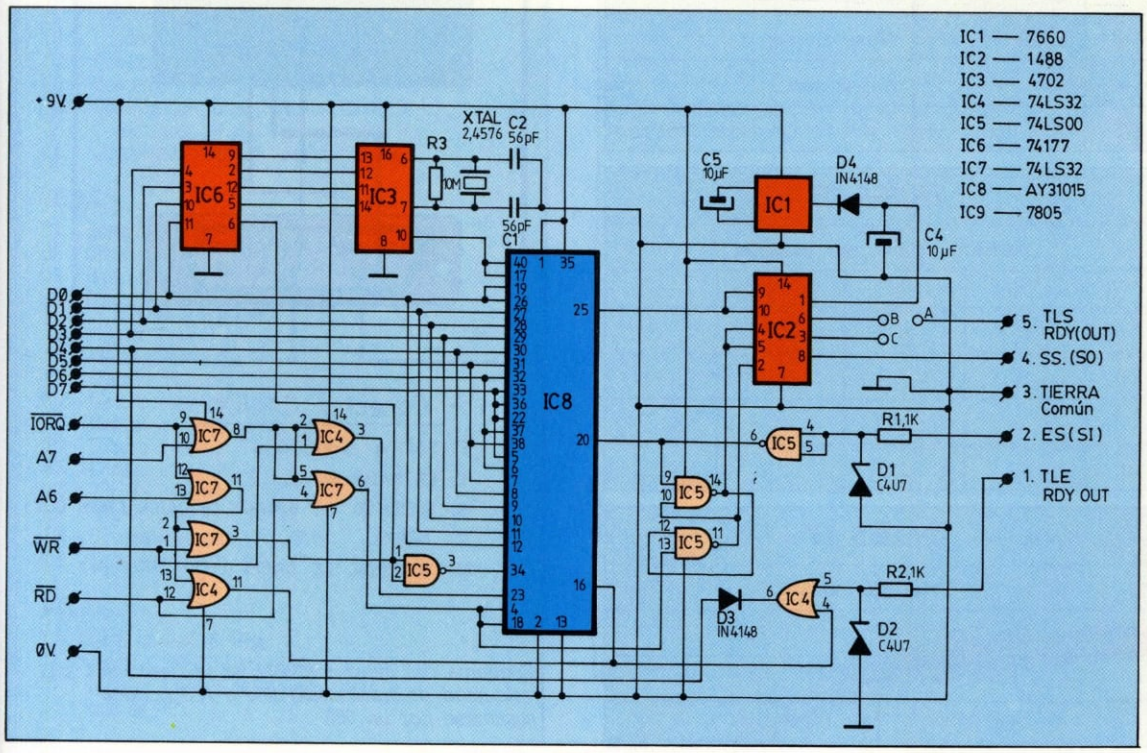


*Antena supertunstile para la banda de VHF, en un centro emisor de televisión.*

# INTERFAZ RS RS 232/V24 para ZX-SPECTRUM

*Este interfaz se ha diseñado originalmente para funcionar con microordenador ZX-SPECTRUM; no obstante, puede funcionar con cualquier otra máquina basada en el Z-80 directamente, siempre que la decodificación de los puertos de comunicación utilizados sea compatible con la empleada por nosotros. En caso contrario, deberán modificarse las líneas de acceso al interfaz. Debido a su concepción, este interfaz de comunicación serie es prácticamente universal, por lo que puede emplearse en cualquier otro micoordenador carente de este importante canal de comunicaciones, con muy pequeños cambios, dependiendo éstos del tipo de señales libres o accesibles exteriormente que tenga la máquina.*

Este interfaz es bidireccional, por lo cual es capaz de comunicarse con otros sistemas basados en microoprocesador, siempre que estén dotados de una salida RS-232, o con otros ordenadores. Puede, por lo tanto, enviar datos a una impresora o a un modem;




*Esquema del interfaz RS 232, si se desea una sola velocidad de transmisión IC6 e IC3 pueden sustituirse por un 555.*

| TABLA I | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dirección decimal | Byte | | | | | | | |
| | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 |
| 65471 | TBP | NB1 | NB2 | RDY | BD3 | BD2 | BD1 | BD0 |

y es totalmente programable por software, lo que le diferencia de otros similares actualmente en el mercado. Cuenta, asimismo, con la ventaja de poseer las señales de «terminal listo» para emitir y para recibir (Ready out, RDY out, y ready in, RDY in).

La programación del terminal incluye el número de bits de arranque y parada, marca-espacio, y el número de bits por palabra, que puede variar entre 5 y 8 bits; la velocidad puede estar comprendida entre 75 y 19.200 baudios, siendo programable en todas las velocidades estándar comprendidas dentro de estos límites.

## Cómo funciona

El corazón del circuito es el conocido UART (Receptor-emisor asíncrono universal) AY-3-1015, el cual es posiblemente uno de los mejores circuitos especializados en conversión de señales paralelo-serie y serie-paralelo que se han diseñado para microordenadores.

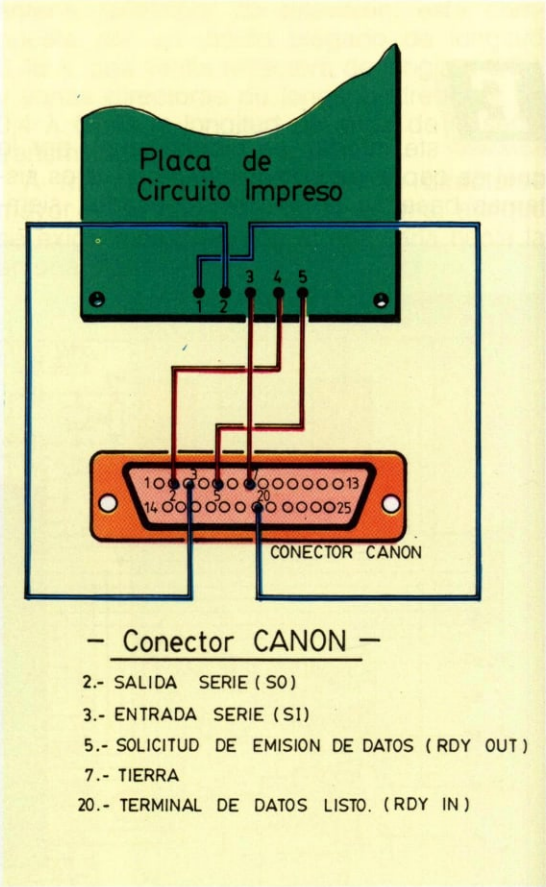
El AY-3-1015 consta principalmente de dos secciones: el transmisor, que toma el dato procedente del bus del microprocesador de 8 bits, lo almacena en una memoria intermedia y a continuación lo convierte en un tren de pulsos (serie); luego le añade los bits de arranque y parada correspondientes y lo transfiere a la salida. La segunda sección es el receptor, que funciona a la inversa del emisor, es decir, el byte serie entrante por la patilla correspondiente es convertido en un dato en paralelo de la extensión indicada después de quitarle los bits inicial y final; luego es transferido al bus de datos del microordenador a través del bus de salida paralelo.

La señal de reloj requerida por el UART es 16 veces la velocidad de transmisión, en baudios; para ello se incorpora un oscilador programable, el cual, junto con un cristal piezoeléctrico, proporciona la señal de la frecuencia programada. Para garantizar la estabilidad de la programación, el oscilador va conectado a una memoria intermedia o «latch», de cuatro bits, los cuales fijan el divisor ne-

| TABLA II | | |
|---|---|---|
| Salidas de circuito impreso | | |
| N.° | DESCRIPCION | |
| 2 | RDY IN | Terminal listo. Recepción |
| 1 | SI | Entrada serie |
| 3 | GND | Masa común |
| 4 | SO | Salida serie |
| 5 | RDY OUT | Terminal Listo. Emisión |

| TABLA III | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Número de bits por carácter | | | | |
| N | NB1 | NB2 | Dato | — |
| 5 | 0 | 0 | 0 | |
| 6 | 0 | 1 | 1 | |
| 7 | 1 | 0 | 2 | |
| 8 | 1 | 1 | 3 | |

| TABLA IV | |
|---|---|
| Total bits paro | |
| BP | TBP |
| 1 | 1 |
| 2 | 0 |




*Esquema del interfaz RS 232, si se desea una sola velocidad de transmisión IC6 e IC3 pueden sustituirse por un 555.*

cesario a la frecuencia base (2.4576 MHz).

Cuando en la patilla 22 del AY-3-1015 (TBMT, buffer de transmisión vacío) existe un nivel alto (1 lógico), el UART puede recibir los datos que le sean enviados en serie. El estado de TBMT y DAV (dato válido, patilla 19), junto con la señal de terminal listo, entrantes al ordenador por lectura de la puerta de estado (A6=0, IN 65471), avisan que un dato serie está llegando al UART.

Según se realiza la lectura del estado, se valida la entrada TDL (terminal de datos listo o RDY IN), conectado en modo de colector abierto al bus de datos en la línea D4, con lo que el terminal comunica el estado actual al ordenador. Al mismo tiempo se activa la señal SWE' (validación de la palabra de estado, patilla 16); cuando esta señal está en 0 lógico, DAV y TBMT, normalmente en alta impedancia, son reconocidas y pasan a conformar el programa de funcionamiento del UART los datos presentes en el bus, líneas D0 y D7.

El dato a transmitir en serie es almacenado dentro del UART cuando la línea DS' está en 0 lógico; esto sucede siempre que la señal IORQ' del Z-80, A7 y WR' están en 0 lógico (OUT 65407). Cuando esto ocurre la palabra presente en el bus de datos pasa a una memoria tampón en el interior del UART. Entonces el UART convierte esta palabra en una señal serie y le añade los bits indicados de inicio y final de dato, tras lo cual emite el dato completo a través de la patilla 25 (S0, salida serie); el bit de paridad se ha conectado a Vcc.

Es bien conocido que la transferencia de señales en la norma RS 232 se efectúa en niveles alternos, cuya amplitud varía entre +5/−5 V y +15/−15 V, por lo que se necesita una fuente de alimentación negativa; ésta se provee con un C. integrado especializado, 7660, que proporciona la tensión de −9 V a partir de los 9 V positivos de la fuente del Spectrum, y alimenta al controlador de línea, 1488, el cual pone directamente en el conector de salida el dato serie según los niveles indicados.

Los datos entrantes lo hacen según la norma RS 232, por lo que es preciso fijarlos en niveles TTL (entre 0 y 5 V); esta función la ejecutan los diodos Zener D1 y D2, junto con las resistencias R1 y R2; posteriormente estos datos son amplificados e invertidos por una puerta NAND (IC5) e introducidos directamente en el terminal SI (patilla 20, entrada serie) de AY-3-1015. El bit de arranque del dato serie está ahora en 0 lógico; este dato inicializa el flip-flop formado con dos puertas NAND

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R2 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R3 - Resistencia 10 M (marrón, negro, azul).

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 100 nF. poliéster.
C2 - Condensador 56 pF. cerámico.
C3 - Condensador 56 pF. cerámico.
C4 - Condensador 10 µF. electrolítico 16 V.
C5 - Condensador 10 µF. electrolítico 16 V.
C6 - Condensador 220 µF. electrolítico 16 V.

*DIODOS*

D1 - Diodo Zener BZY 88 C4V7.
D2 - Diodo Zener BZY 88 C4V7.
D3 - Diodo 1N4148.
D4 - Diodo 1N4148.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

IC1 - Circuito integrado 7660.
IC2 - Circuito integrado 1488.
IC3 - Circuito integrado 4702.
IC4 - Circuito integrado 74LS32.
IC5 - Circuito integrado 74LS00.
IC6 - Circuito integrado 74177.
IC7 - Circuito integrado 74LS32.
IC8 - Circuito integrado AY-3-1015.
IC9 - Circuito integrado 7805.

*VARIOS*

X - Cristal de 2.4576 MHz.
— 1 conector SPECTRUM o ZX-81.
— 1 conector CANON de 25 terminales.
— 1 caja de RP3.

## TABLA V

| Velocidad | DATO | | | | | Divisor | Frecuencia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bd | HEX | BD3 | BD2 | BD1 | BD0 | *256 | Hz |
| 50 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 192 | 800 |
| 75 | A | 1 | 0 | 1 | 0 | 128 | 1.200 |
| 110 | F | 1 | 1 | 1 | 1 | 87,27 | 1.760 |
| 134,5 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 71,37 | 2.152 |
| 150 | 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 64 | 2.400 |
| 200 | C | 1 | 1 | 0 | 0 | 48 | 3.200 |
| 300 | D | 1 | 1 | 0 | 1 | 32 | 4.800 |
| 600 | 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | 16 | 9.600 |
| 1.200 | B | 1 | 0 | 1 | 1 | 8 | 19.200 |
| 1800 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 5,33 | 28.800 |
| 2.400 | E | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 38.400 |
| 4.800 | 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 76.800 |
| 9.600 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 153.600 |

*Según la configuración del byte indicada en la tabla I, los datos deben conformarse para introducirlos en la dirección indicada en la primera columna.*

de IC5, indicando por consiguiente que el terminal no está listo para emitir (RDY OUT o terminal listo para emitir).

En este punto debemos indicar que éste es el único dato cuyo nivel normal debe fijarse por hardware, mediante un puente entre A y B para 1, y entre A y C para 0. Este dato es leído por la UART cuando la señal RDE' (lectura de dato activada, patilla 4) está a nivel bajo, lo que indica que la señal entrante son datos serie que hay que convertir en paralelo, tarea que efectuará siempre que la patilla 18 esté situada a nivel bajo (RDAV' o dato válido), motivo por el cual se activan simultáneamente; al mismo tiempo la señal activa el flip-flop antes mencionado, el cual deberá cablearse si se desea emplear esta señal.

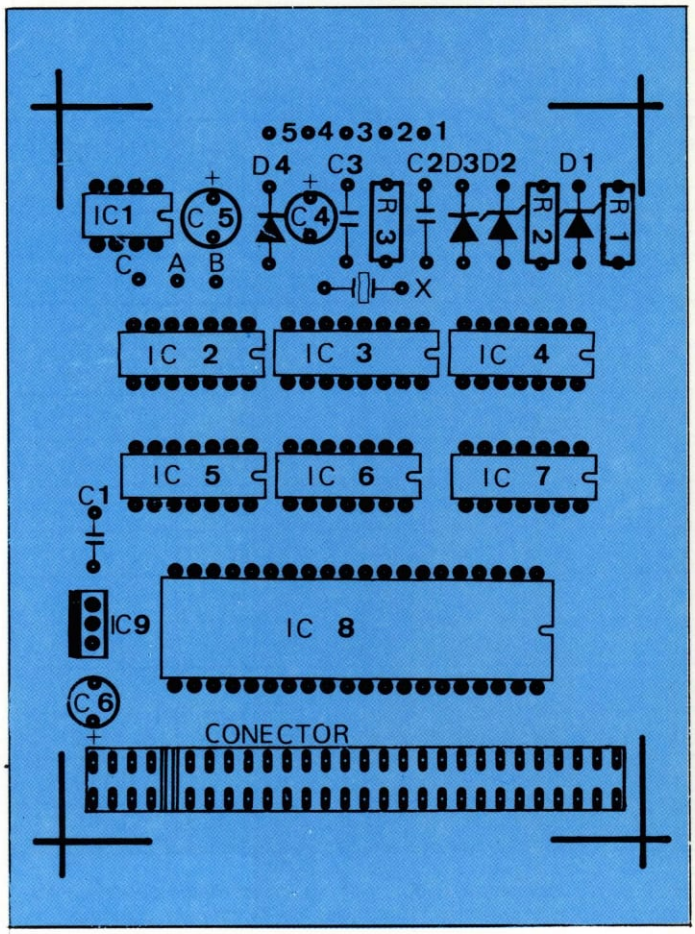
La indicación de que el computador recibió el byte de datos se realiza mediante la activación de la patilla 19 (DAV, o dato válido) de la UART. Esta línea debe estar en 0 lógico, salvo que la UART esté controlando la recepción de datos en serie. Cuando el computador lee en el UART, la señal DAV es inicializada por la señal RDAV' (inicialización de datos válida), puesta a nivel bajo junto con RDE' (lectura de datos activada) según hemos dicho antes; ésta coloca los datos recibidos por la UART en el bus del microprocesador.

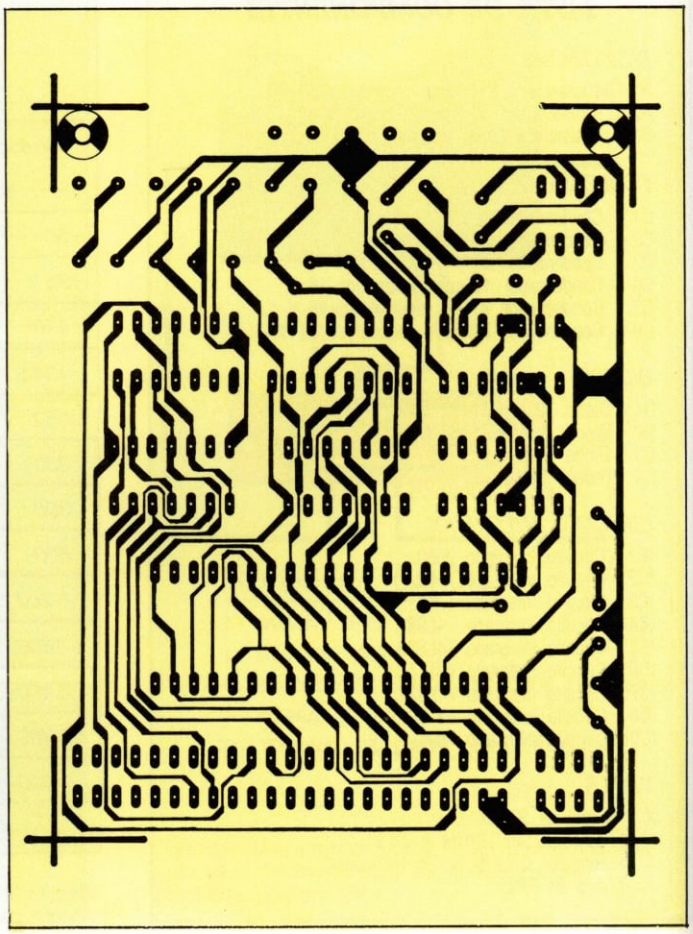
El número de bits que componen la palabra, los bits de arranque y parada, y la velocidad en baudios son programados por software (por programa) y entran en el convertidor asíncrono mediante el bus de datos del microprocesador, el cual se ha cableado con este fin de la manera que sigue:

Las líneas D0, D1, D2, D3 son almacenadas por el «latch» 74177 (IC6) cuando están en 0 lógico las señales de IORQ', A6 y WR', del Z-80; una vez transmitidas a la salida pasan al oscilador, fijando la frecuencia de salida en baudios por 16. La misma señal que activó el «latch» es invertida por IC5 y pasa a activa la patilla 34 de IC8 (control Strobe), por la cual el convertidor lee los datos presentes en los terminales correspondientes a los bits D5, D6 y D7 del microprocesador, que se corresponden con las entradas de programación de número de bits por carácter (patillas 38 y 37, NB1 y NB2) y número de bits de arranque–parada (patilla 36, TSB) del UART.

Las señales de terminal listo para emisión y terminal listo para recepción, o RDY OUT y RDY IN en inglés, no son empleadas por muchos sistemas de comunicación serie. Ello no interfiere en absoluto el funcionamiento conjunto de nuestro interfaz con estos terminales, si bien debemos tener en cuenta que al efectuar la programación del sistema no podemos esperar las señales de aviso de terminal listo para emitir, procedente del periféri-

*La tarjeta de circuito impreso es a doble cara vista de la cara de soldadura. Escala 1:1.*



co en funcionamiento, ni tampoco la confirmación de dato recibido, es decir, cualquier clase de protocolo de comunicaciones.

## Construcción

Con el fin de simplificar lo más posible la construcción del interfaz de comunicación serie RS 232 para el Spectrum, hemos incorporado a la tarjeta de circuito impreso todos los elementos necesarios para evitar en lo posible cableados externos; el conector al bus de expansión del Spectrum se suelda directamente sobre el circuito impreso. La salida serie debe ser cableada al conector; el motivo de no prever un conector «Canon» directamente enchufable es que puede ser deseable proporcionar una salida por cable, especialmente si los equipos a interconexionar son fijos, ya que el mayor porcentaje de averías registrado en cualquier equipo es el debido a las conexiones. Así pues, cuantas menos conexiones existan, más tiempo funcionará correctamente el interfaz.

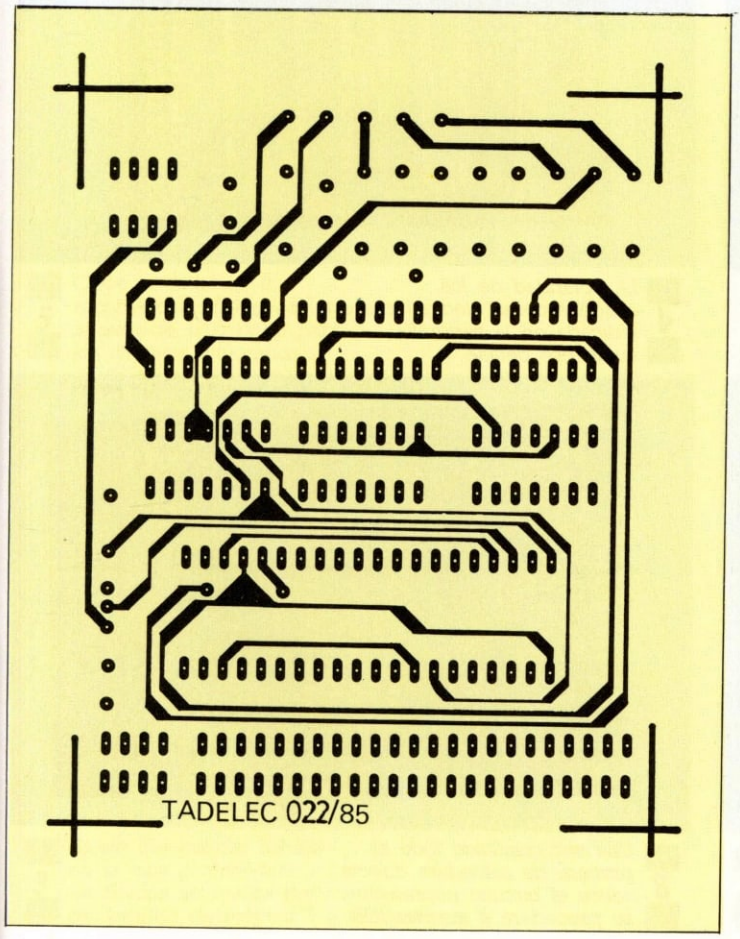
El conector normal destinado a cualquier RS 232 es uno de tipo Canon, con 25 terminales; el conexionado del mismo puede verse en la figura adjunta. No obstante, existen muchos equipos en el comercio, tanto microordenadores como impresoras o modems, cuyo conector no respeta la norma. Si posee uno de ellos y desea aprovechar los cables, instale un conector del mismo tipo, y cuide de que los terminales coincidan, o bien suelde los hilos directamente al circuito impreso.

Una última recomendación: existe un puente que debe realizar. En el circuito impreso, entre IC2 e IC1 y C5, pueden verse tres taladros marcados con las letras A, B, C, mayúsculas; si la señal de terminal listo para emitir se desea activa a nivel alto, deben interconexionarse los puntos A y C; si se desea activa a nivel bajo, la conexión se realizará entre los puntos A y B, también puede insertarse un interruptor deslizante, el cual entrará directamente, y cambiar el nivel activo según el equipo de destino.

## Programación

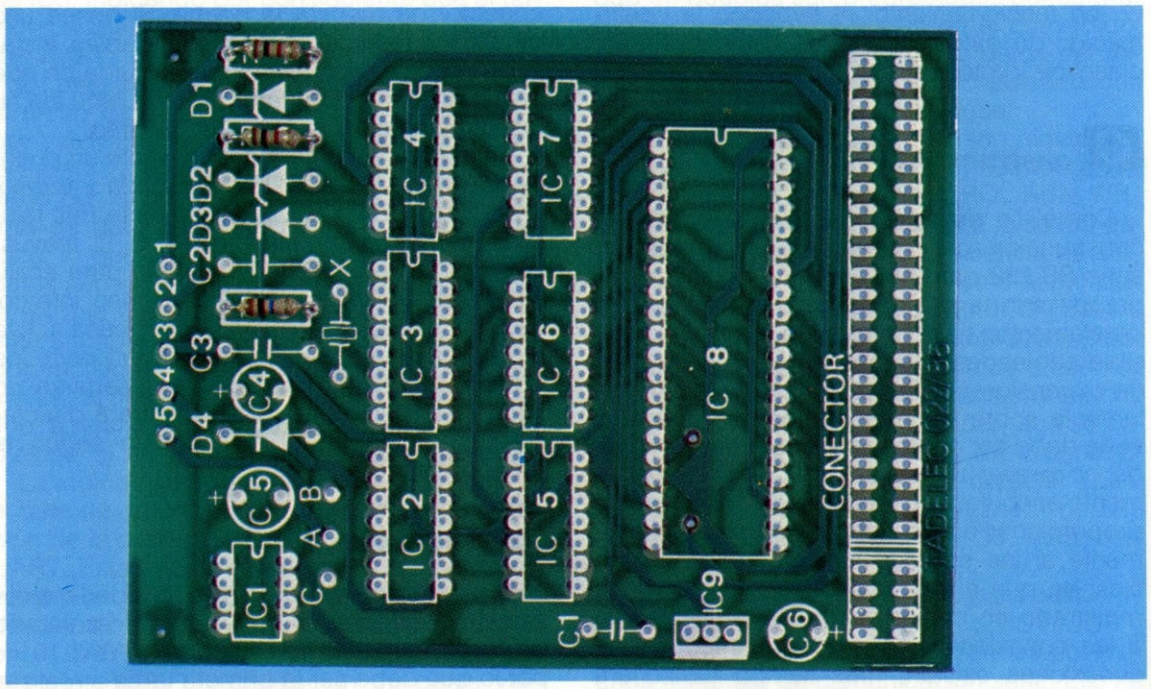
El empleo de este interfaz no puede realizarse sin programar previamente el estado de funcionamiento del integrado AY-3-1015, por lo que debe ser la primera tarea a realizar cuando se inserte el conector en el bus de expansión y se encienda el Spectrum. La programación es muy sencilla; para realizarla sin problemas suministramos a continuación las tablas de velocidad, bits por carácter y bits de arranque-parada. La paridad no se considera.

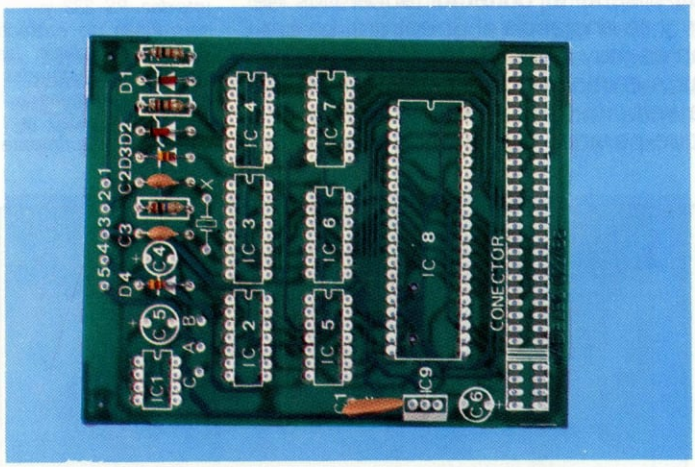
*Programa de inicialización del interfaz RS 232 y subrutinas de entrada y salida de datos, las subrutinas destinadas al empleo de las sentencias LLIST y COPY son fácilmente elaborables.*



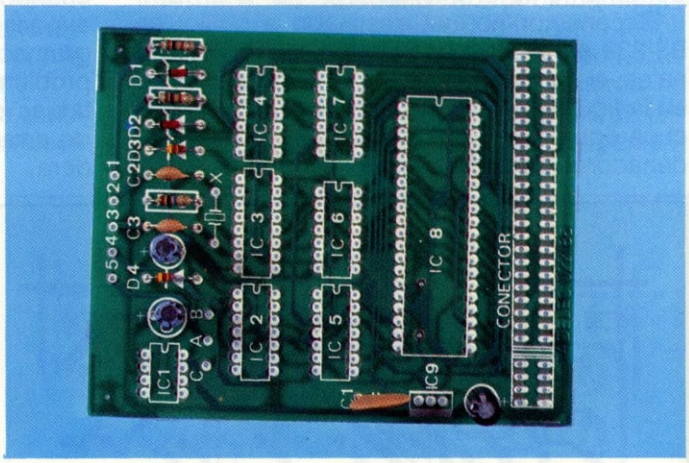

```
   5 PRINT '    Preparacion del interfa
z     serie para emision y recepcion'
  10 DATA 50,75,110,134.5,150,200,300,6
00,1200,1800,2400,4800,9600
  20 DATA 2,10,15,4,7,12,3,6,11,3,14,9,
1
  30 INPUT 'numero de bits de parada 1,
2 ';bp
  40 IF bp=1 THEN  LET x=128: GO TO 70
  50 LET x=0
  60 IF bp<>2 THEN  GO TO 30
  70 PRINT 'x=';x: INPUT 'numero de bit
 por caracter: 5,6,7,8 ';bc
  80 IF bc<5 OR bc>8 THEN  GO TO 70
  90 GO TO 50+10*bc
 100 LET x=x+0
 105 GO TO 140
 110 LET x=x+32
 115 GO TO 140
 120 LET x=x+64
 125 GO TO 140
 130 LET x=x+96
 140 PRINT 'x=';x
 145 DIM b(13): FOR a=1 TO 13: READ b(a
): PRINT b(a): NEXT a
 150 INPUT 'velocidad de transmision ';
vt
 160 FOR a=1 TO 13
 170 IF vt=b(a) THEN  GO TO 200
 180 NEXT a
 190 GO TO 150
 200 FOR c=1 TO a
 210 READ xt
 220 NEXT c
 230 LET x=x+xt
 240 OUT 65407,x: PRINT IN 65407
 245 PRINT 'x=';x
 250 PRINT 'interfaz programado'
 255 STOP
 260 GO TO 2000
1000 REM subrutina de entrada de datos
1010 LET da=IN 65407
1015 PRINT 'prgm ';da
1020 LET dato=IN 65471
1040 PRINT 'd.in=';dato
1045 RETURN
1050 REM subrutina de salida de datos
1060 LET a=IN 65407
1065 PRINT 'perm.';a
1070 IF a<144 THEN  GO TO 1040
1075 PRINT 'd.sal=';dato
1080 OUT 65471,dato
1090 RETURN
2000 REM prueba
2005 LET dato=INT (RND*20)
2006 PRINT ,dato
2010 OUT 65471,dato
2020 PRINT IN 65471
2030 GO TO 2000
```

**1** *Inserción y soldadura de las resistencias en el circuito impreso. Los valores no son críticos y pueden alterarse.*

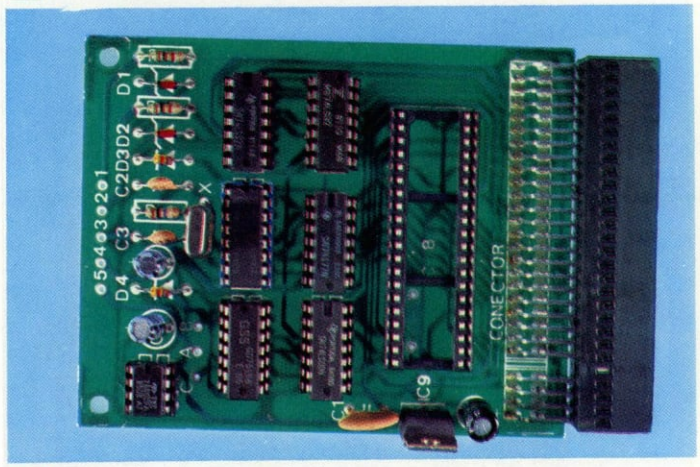


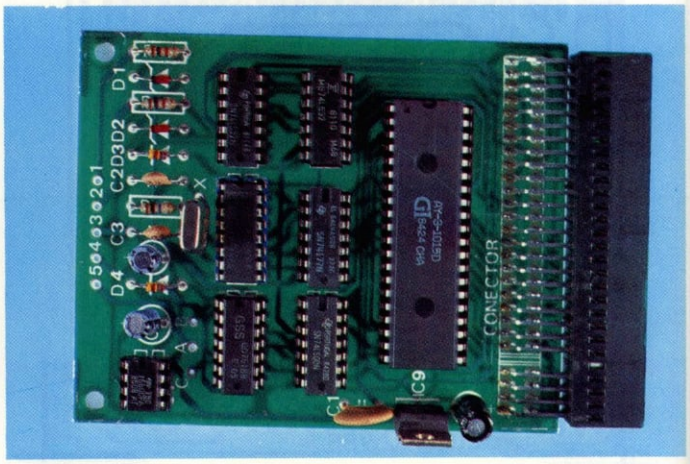

**3** *Los condensadores deben ser cerámicos y de buena calidad, especialmente los del circuito oscilador.*



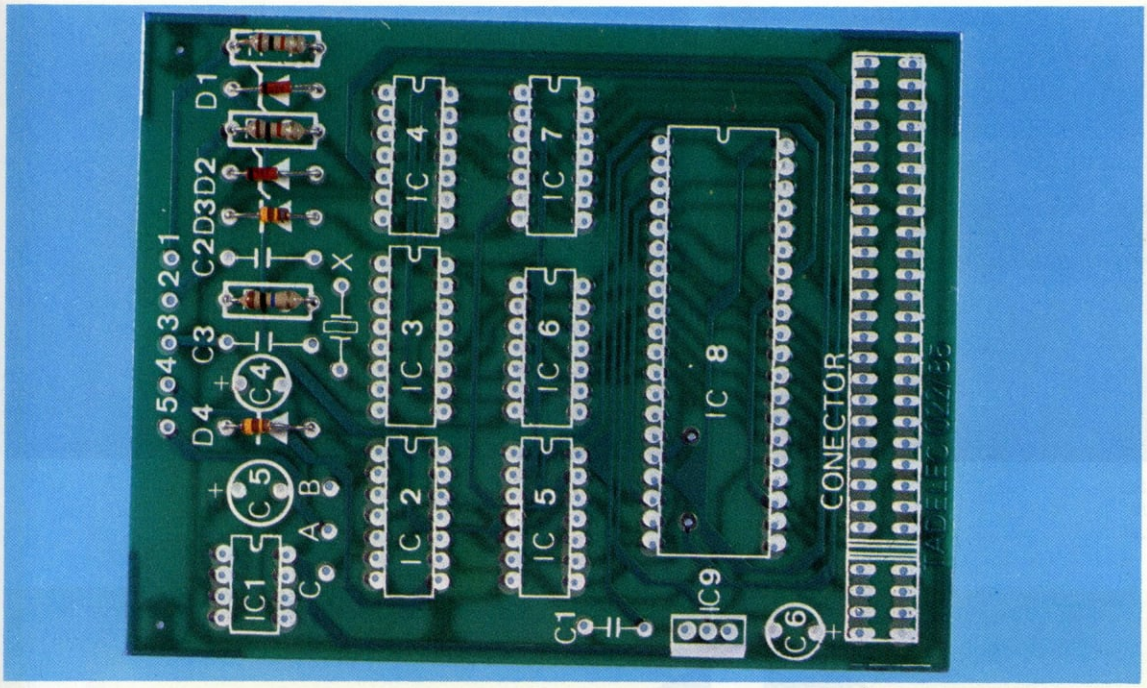

**4** *La polaridad de los condensadores electrolíticos está indicada en la serigrafía; cuide ese detalle.*



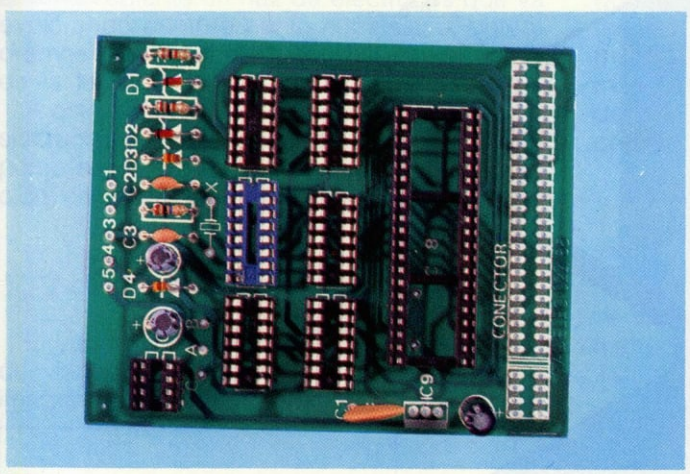

**7** *El empleo de un terminal de conexiones acordado facilitará el posterior uso de este interfaz.*



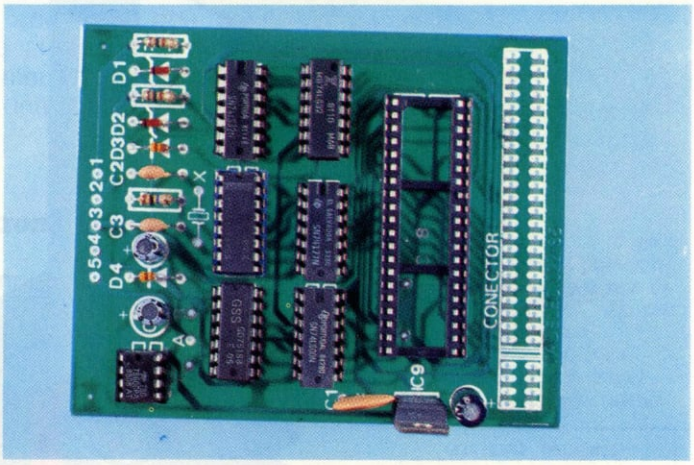

**8** *Una vez concluido todo el proceso de soldadura directa sobre el circuito impreso se procederá a insertar IC8.*



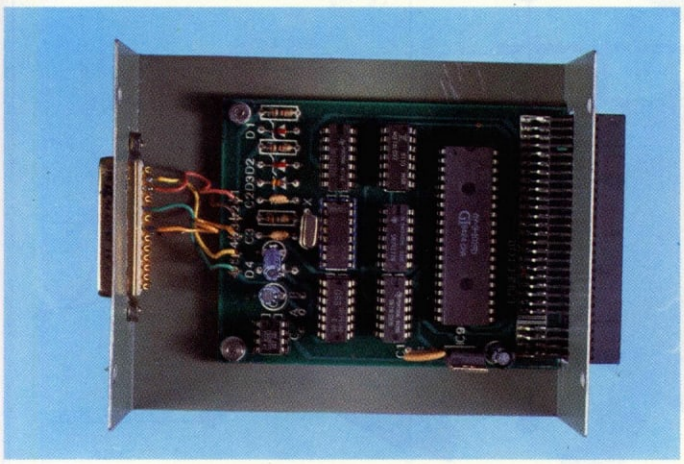

**2** *Solamente son necesarios cuatro diodos. Antes de soldarlos asegúrese de que la polaridad es correcta.*



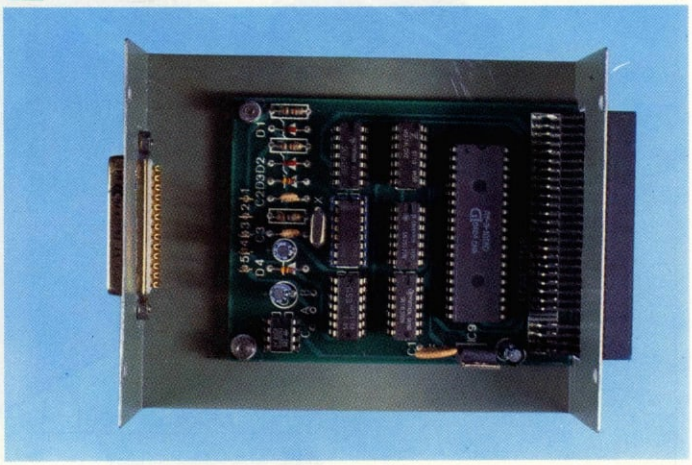

**5** *Como es habitual, le recomendamos emplear zócalos de bajo perfil para los circuitos integrados.*



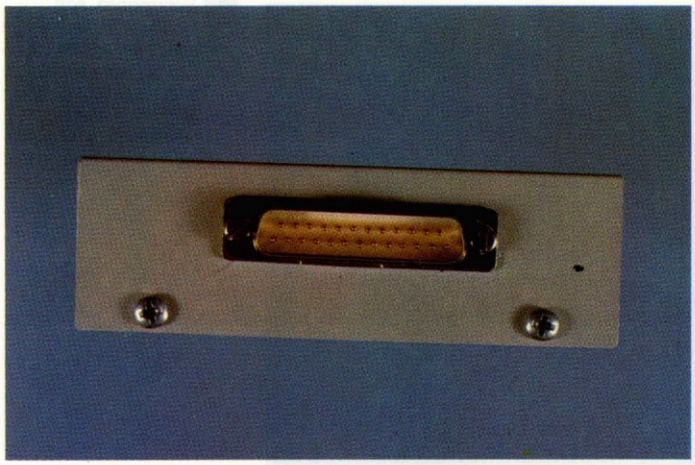

**6** *Inserción de los circuitos integrados no críticos y soldadura del IC9 (regulador de +5 V).*



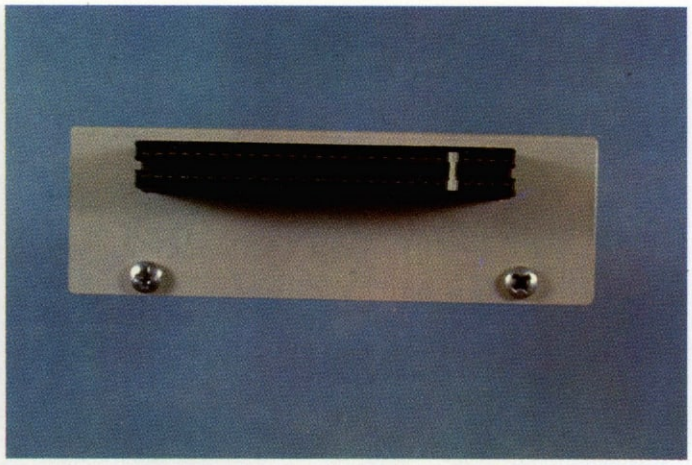
**9** *Ajuste del interfaz RS 232 en la caja contenedora. La fijación se realiza por medio de tornillos de métrica 3 o similares.*



**10** *Soldadura de los terminales de salida al conector Canon de 25 patillas, típico en este empleo.*



**11** *Vista frontal de interfaz de comunicación serie; el conector es el usual para Spectrum.*



**12** *Vista posterior del interfaz RS 232, con su conector correspondiente.*

*Montaje del interfaz RS 232 en su caja con la disposición de los distintos elementos de ajuste mecánico.*

TAPA
PLACA DE CIRCUITO IMPRESO
TUERCA M3
CONECTOR SPECTRUM
TUERCA DE SEPARACION DE M3
ARANDELA
CONECTOR RS232
BASE DE LA CAJA
TUERCA M2
TORNILLO M2,5
ARANDELA
TORNILLOS M3

# LA SEÑAL DE VIDEO

*La información de vídeo de una escena de televisión es captada por el tubo de la cámara, a través del mosaico de dicho tubo. Este mosaico está compuesto por un gran número de elementos de reducido tamaño que aumentan o disminuyen su conducción eléctrica según la cantidad de luz que incide sobre ellos.*

Mediante un haz de electrones que va explorando punto a punto el mosaico, obtendremos una señal eléctrica que es fiel reflejo de la luminosidad de dicha escena.

A esta señal se le insertan los impulsos de sincronismo, cuya misión es asegurar que el punto explorado por la cámara sea reproducido en el mismo lugar en el televisor.

## Reflexión

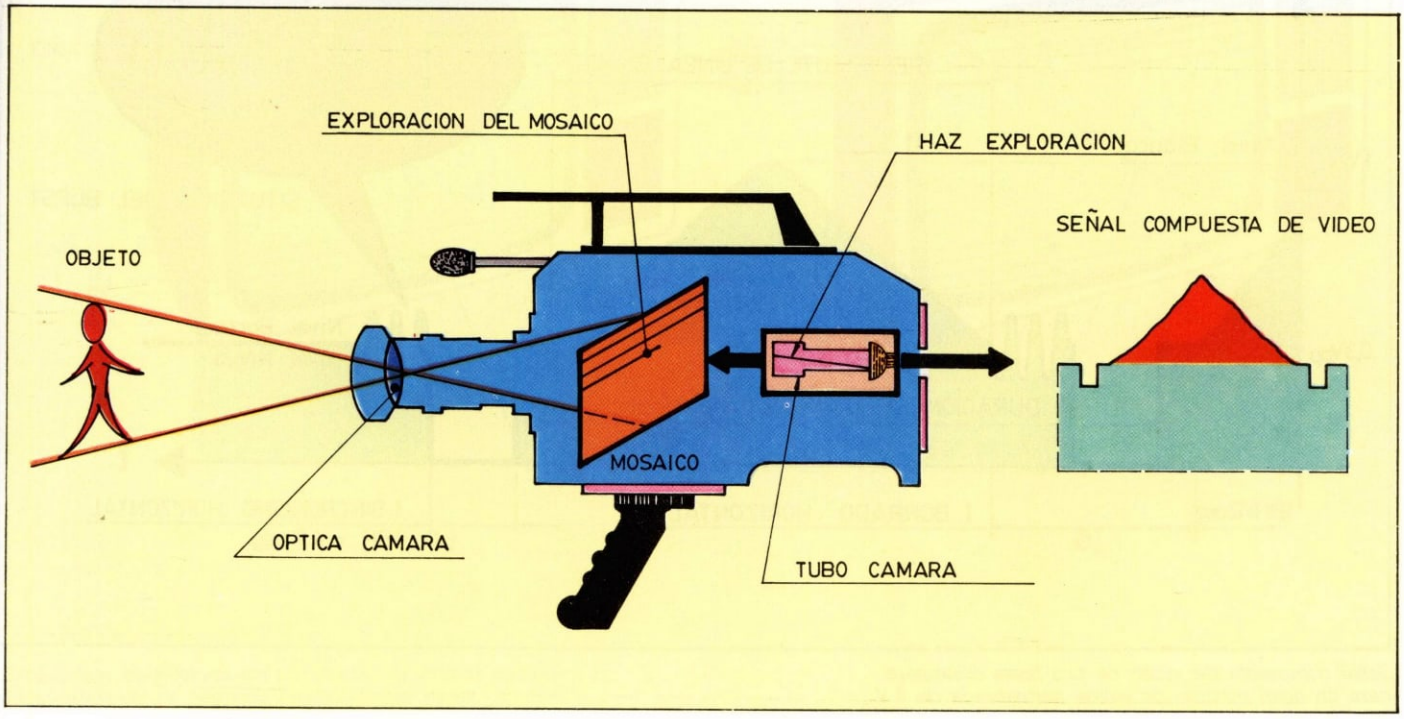
El yugo de deflexión es el encargado de ir desviando el haz para la exploración de la imagen. Está formado por dos bobinas ortogonales (a 90°) entre sí, a las cuales se inyectan unas corrientes que crean un campo magnético al atravesar dichas bobinas. La mayor o menor desviación del haz depende de la intensidad del campo magnético creado.

## Sincronismo y borrado

Estos impulsos que se insertan en la señal de vídeo hacen referencia a dos intervalos de tiempo fundamentales: tiempo de línea u horizontal y tiempo de campo o vertical.

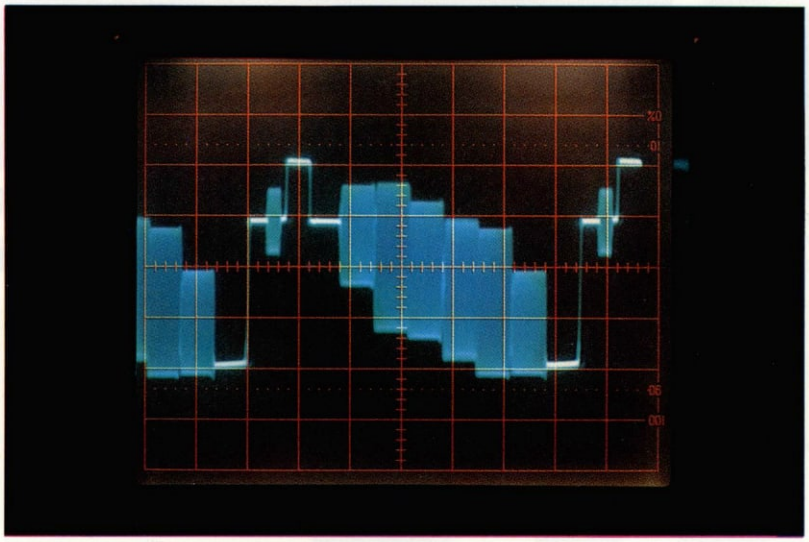
Las señales ISH e IBH son las encargadas,

*Obtención de la señal de vídeo. Captación de la imagen por el mosaico del tubo de cámara y su exploración para conseguir la señal eléctrica equivalente.*



respectivamente, de indicar el final de una línea, y de evitar que se vea el haz de exploración cuando éste retorna al principio de la siguiente línea.

Los ISV e IBV se encargan de indicar el final de un campo y de hacer invisible el haz mientras éste se posiciona en la parte superior de la pantalla para empezar a explorar el siguiente campo.



*Representación en un osciloscopio de la información que contiene una línea de la señal de barras.*

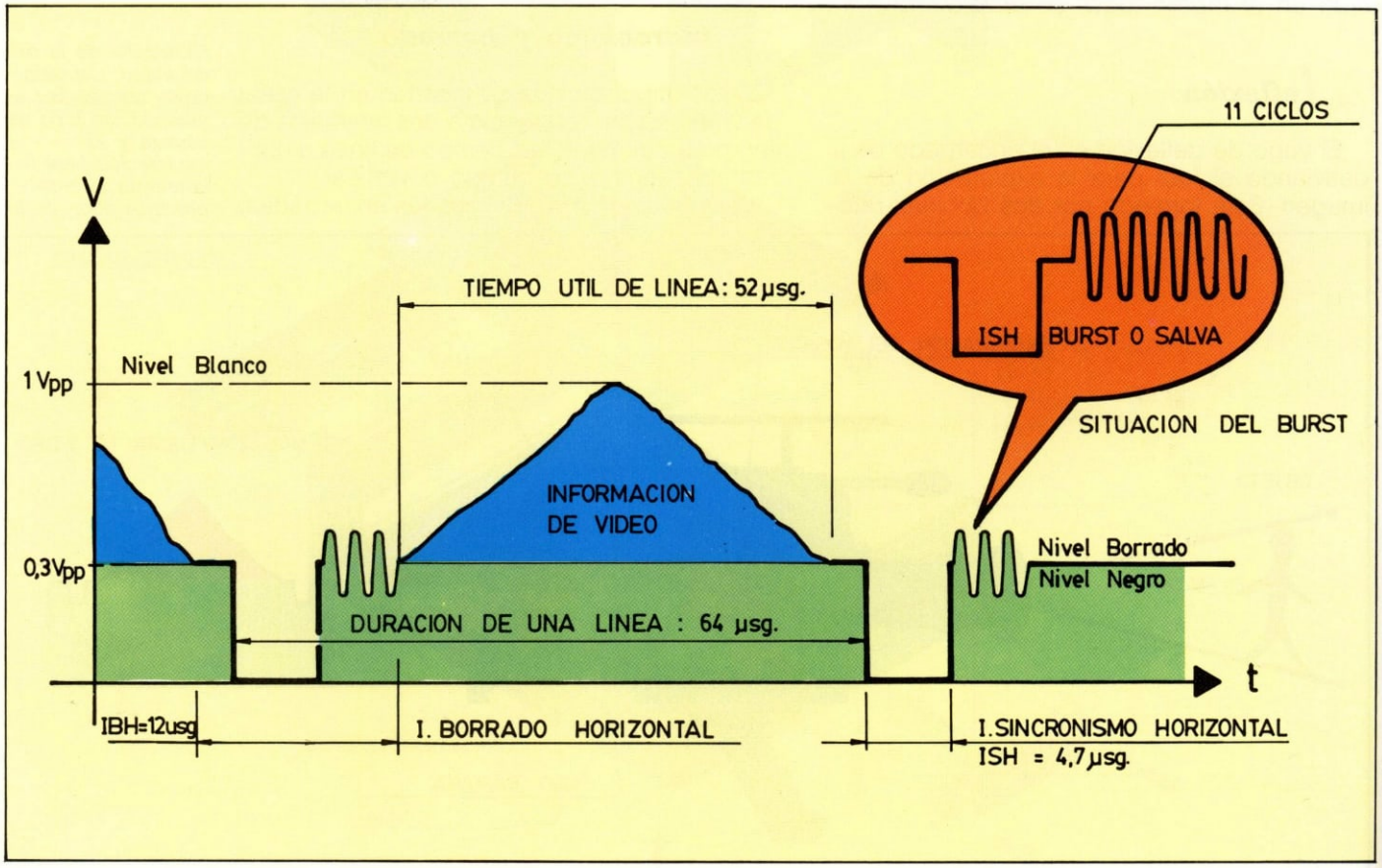
Al no contener información de vídeo no necesitan visualizarse en la pantalla, por lo que se insertan por debajo del nivel de negro; éste nivel es el mínimo indispensable para que pueda verse la imagen en el televisor.

## Exploración entrelazada

Consiste en la división de cada cuadro o imagen en dos campos; en el primer campo se exploran las líneas impares y en el segundo, las pares.

Su misión es evitar el cansancio del ojo humano, ante el efecto de parpadeo que se produciría de no hacerlo así. El tiempo mínimo para que el ojo memorice una imagen es de 50 milisegundos (ms); por lo que, para evitar que se note el cambio de una imagen a la siguiente, se eligió como tiempo de cuadro 40 ms. Consecuentemente, el tiempo de campo será 20 ms. El tiempo de exploración de cada línea se deduce de la siguiente expresión:

$$\frac{\text{T. cuadro}}{\text{n.° líneas}} = \frac{40 \text{ ms}}{625} = 64 \ \mu\text{s}$$




*Señal compuesta de vídeo de una línea cualquiera, para un nivel máximo de salida normalizada de 1 $V_{pp}$.*

## Compatibilidad color-B/N

Se basa en tres principios:

1. La separación de las señales de luminancia o información de blanco y negro (B/N), y de la crominancia o información de color. De esta forma podremos reproducir la señal compuesta de color en un televisor de blanco y negro, o viceversa.
2. Transmisión en banda reducida de la señal de crominancia ante la imposibilidad del ojo de apreciar el color en superficies relativamente grandes, siendo inútil transmitir los detalles finos de color de una escena.
3. Introducción de las señales de crominancia en la parte alta de la banda de luminancia, de tal forma que la intermodulación entre ambas señales sea mínima.

## Señal compuesta de color

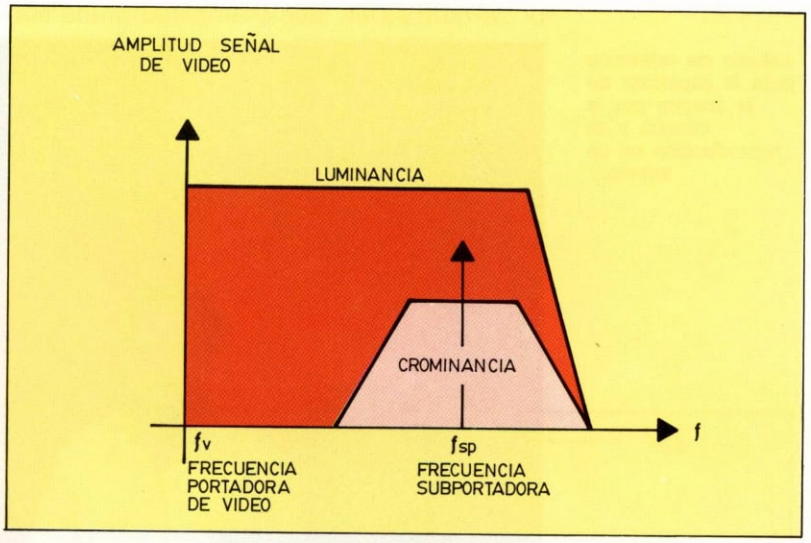
La señal de color está formada por dos elementos claramente diferenciados: luminancia y crominancia.

La luminancia es la señal de blanco y negro vista hasta ahora, y la información que lleva hace referencia a las sensaciones acromáticas, o brillo, de la escena de televisión.

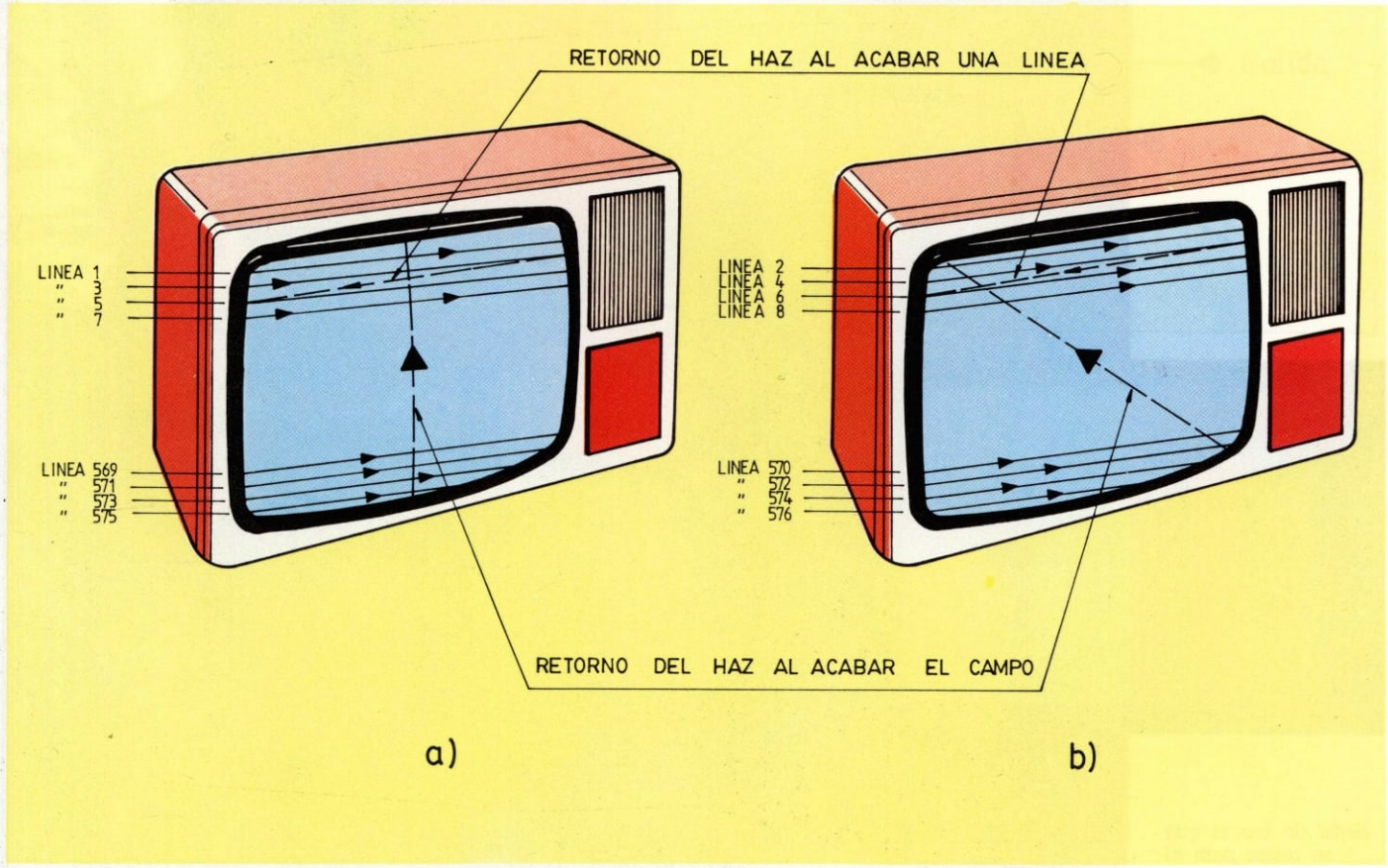
La crominancia contiene la información de color y debe añadírsele a la señal de luminancia para obtener la señal compuesta de color.

La reproducción de colores en televisión está basada en la mezcla de los tres colores primarios: Rojo (R), Verde (G) y Azul (B), en la proporción adecuada de cada uno de ellos.

Para que la crominancia sea capaz de re-




*Introducción de las señales de crominancia en la parte alta de la banda de luminancia.*




*Exploración entrelazada de un cuadro: a) Primer campo, líneas impares. b) Segundo campo, líneas pares.*

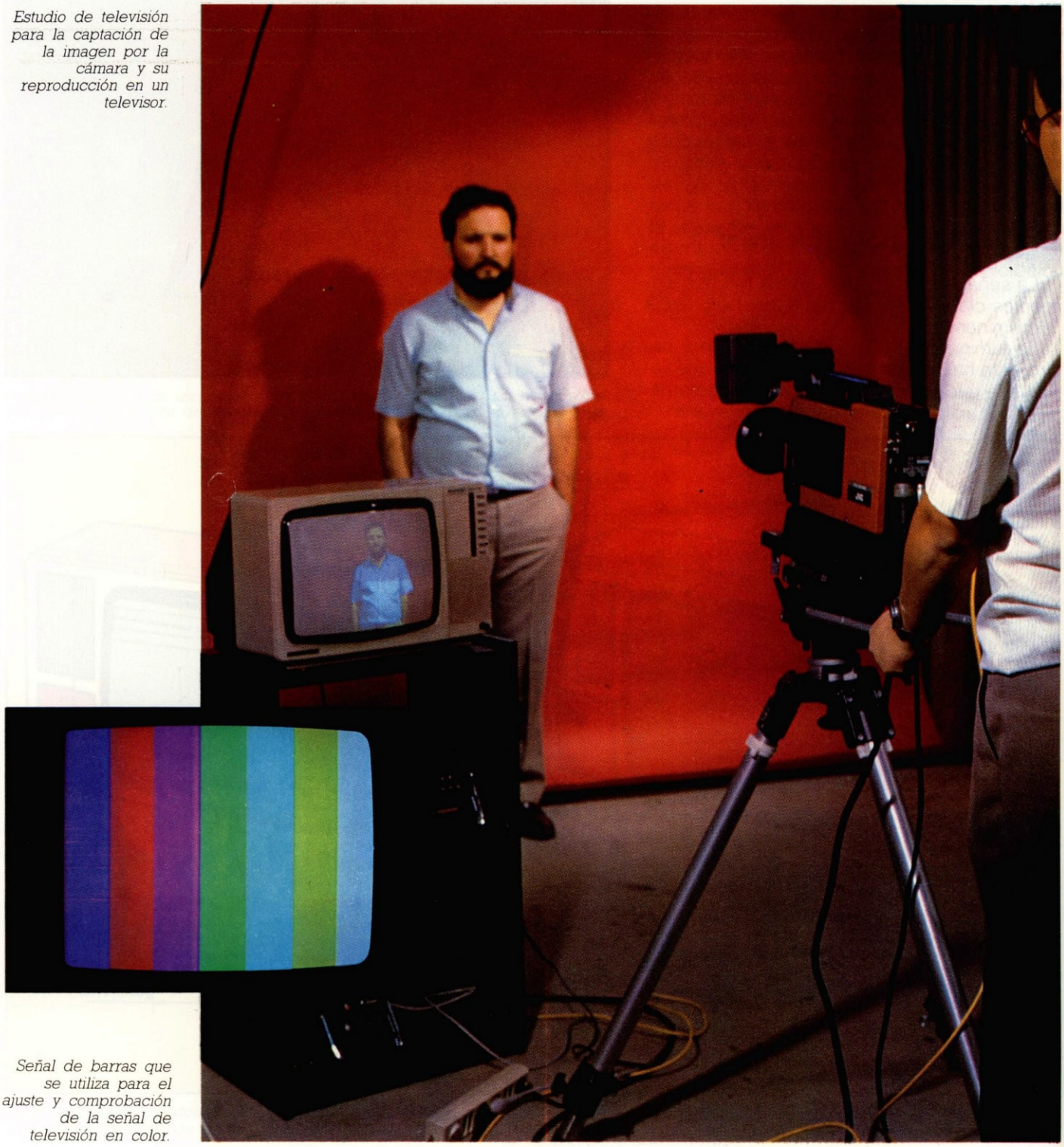
producir todos los colores debe contener dos tipos de información: el color o tinte y la saturación o pureza de dicho color.

## Burst o salva

Para poder transmitir la información de color se modula en fase y amplitud a una subportadora de color, de la cual sólo se transmite una muestra o «burst».

El burst está formado por ocho o diez ciclos de la subportadora, siendo la amplitud del mismo proporcional a la saturación de color, y la fase la encargada de indicar el color.

Como consecuencia de esto, para que el color emitido sea el mismo que se recibe, las subportadoras del emisor y receptor han de estar en fase. Debido a ello, al burst también se le llama sincronismo de color.



*Estudio de televisión para la captación de la imagen por la cámara y su reproducción en un televisor.*

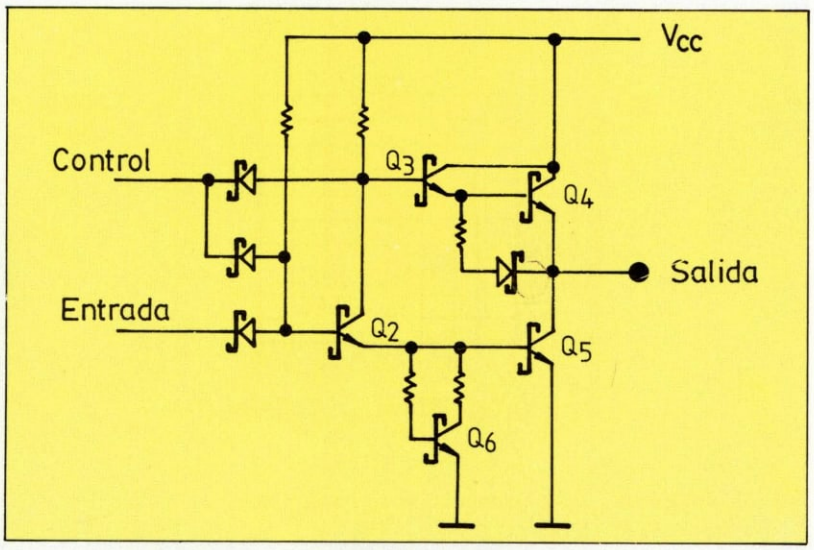
*Señal de barras que se utiliza para el ajuste y comprobación de la señal de televisión en color.*

# 74LS125 Y 74LS126

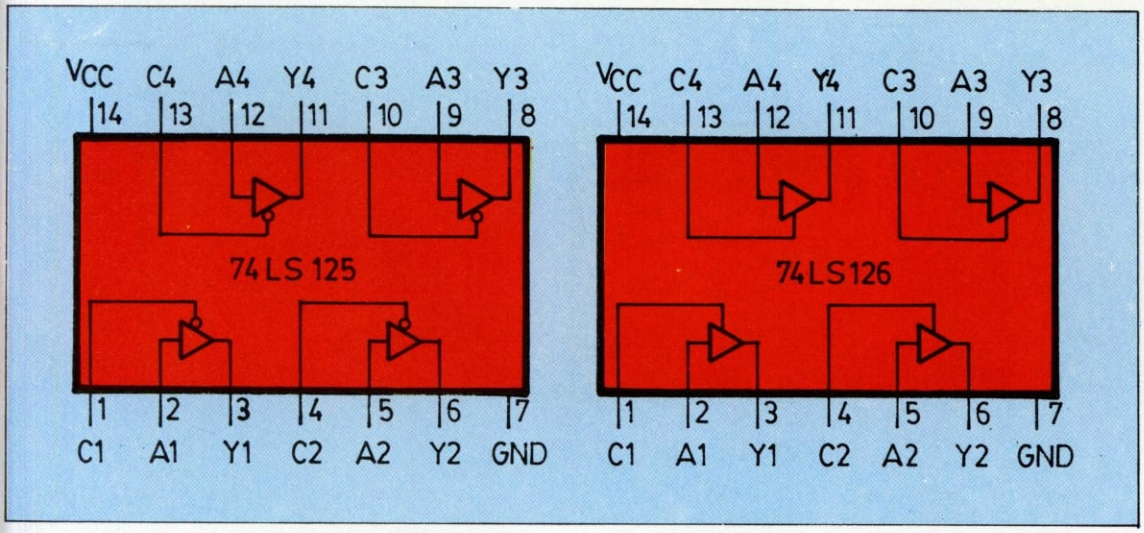
*Estos circuitos integrados están compuestos por cuatro buffers con salida triestado; pertenecen a la familia de circuitos TTL-LS Schottky, de pequeña potencia y bajo tiempo de propagación. No utilizan la característica estructura de entrada multiemisor como la mayoría de los circuitos fabricados en la tecnología TTL. Siempre emplean un circuito de entrada del tipo DTL con diodos Schottky antisaturación, lo que permite obtener mayor velocidad para la misma disipación de potencia que el fabricado con la estructura estándar, y una tensión de ruptura superior a 15 V. La corriente de fugas de la entrada es despreciable a partir de 1,5 V. Los diodos Schottky sirven para suprimir las corrientes transitorias.*

Los circuitos integrados 74LS125 y 74LS126 incorporan una función auxiliar que permite poner fuera de funcionamiento simultáneamente los dispositivos de polarización en nivel bajo y en nivel alto. La salida estará desconectada cuando la entra Ē del 74LS125 esté a nivel alto (en el Integrado 74LS126, E debe estar a nivel bajo). Esto se conoce como estado de alta impedancia o triestado, y permite conectar varias salidas a la misma línea de un bus. El circuito de control de la salida triestado se muestra en la figura adjunta.

Ambos son totalmente compatibles con los circuitos fabricados con tecnología CMOS, diseñados para soportar una tensión de entrada de 5 V, e incluso voltajes superiores, gracias a la tensión que soportan los diodos de entrada Schottky.




*Circuitería interna de un buffler. Los cuatro circuitos son idénticos.*



## Encapsulado

Los circuitos integrados 74LS125 y 74LS126 se fabrican con encapsulados de plástico y cerámico en el formato de 14 patillas DIL, y en el formato flat-package, destinados a usos comerciales e industriales. Para usos militares se fabrica el encapsulado DIL cerámico y el flat-package.

## Valores límite de funcionamiento

Aplicaciones comerciales:

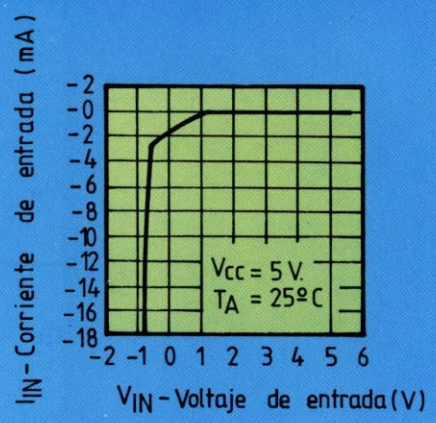
— Tensión de alimentación ($V_{DD}$): 4,75 V a 5,15 V.
— Tensión de entrada ($V_E$): −1,5 V a 15 V.
— Corriente de entrada: ($I_{IL}$): −0,4 mA.
— Corriente de salida ($I_{OS}$): −100 mA.
— Potencia disipada ($P_t$): 500 mW.
— Temperatura de almacenamiento ($T_{SE}$): −55 a 125 °C.
— Temperatura de funcionamiento ($T_{op}$): 0 a 75 °C.

Para las aplicaciones militares, estos márgenes están ampliados en general en un 25 por 100.

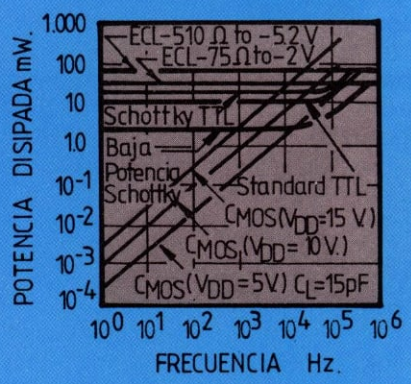
## Fabricantes

Este circuito integrado es elaborado por numerosos fabricantes, como son:

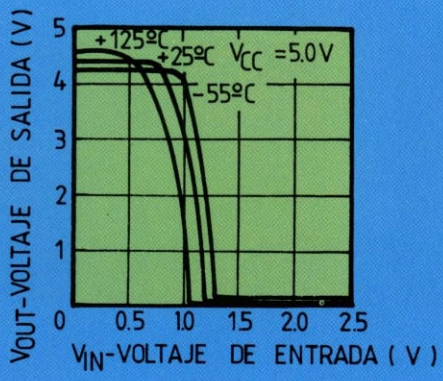
TEXAS INSTRUMENTS.
FAIRCHILD.
NATIONAL SEMICONDUCTOR.
SGS/ATES.



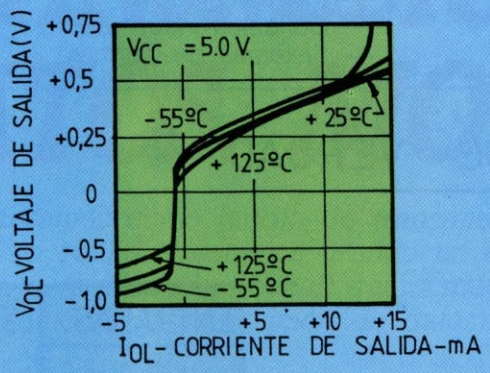

*Corriente de entrada en función de la tensión de entrada.*



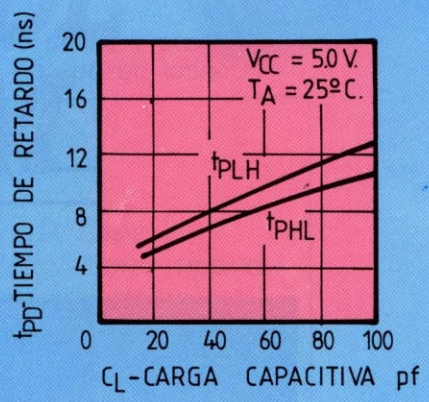

*Disipación de potencia por puerta en función de la frecuencia de entrada.*



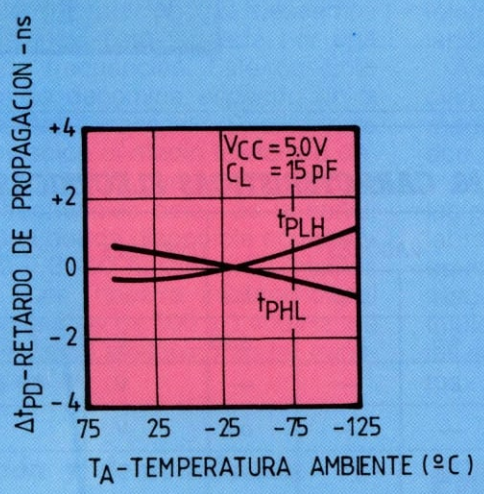

*Tensión de salida en función de la tensión de entrada.*



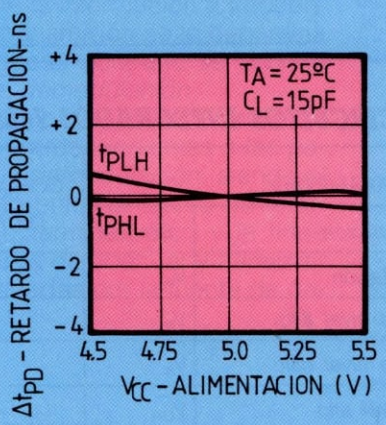

*Tensión de salida a nivel bajo en función de la corriente de salida.*



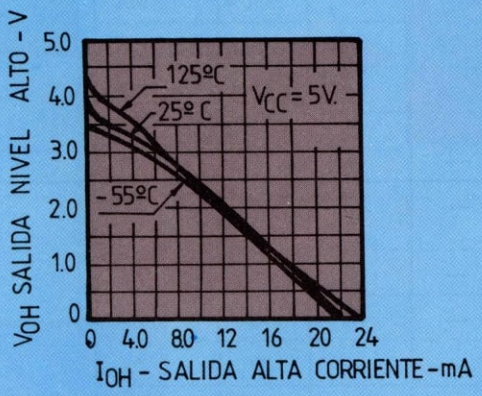

*Tiempo de propagación en función de la carga capacitiva.*



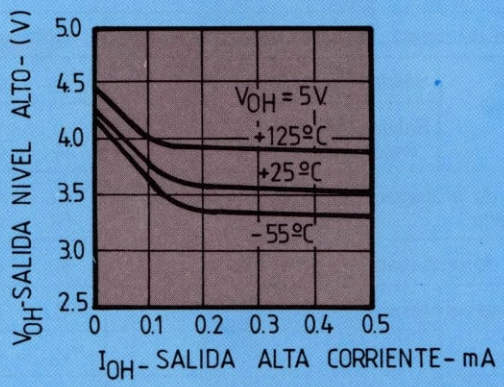

*Tensión de salida a nivel alto, en función de la corriente de salida.*




*Incremento del tiempo de propagación del retardo en función de la tensión de alimentación.*




*Característica de salida de la tensión en función de la corriente para una puerta a nivel alto.*




*Características de salida de la tensión en función de la corriente a nivel alto en carga.*

## Aplicaciones

— Acceso y salida de ordenadores.
— Control de bus de datos.
— Como amplificador general.
— Electromedicina.
— Instrumentación.
— Controles industriales.
— Sistemas de alarmas.

### — TABLA DE VERDAD —

| ENTRADAS | | SALIDA |
|---|---|---|
| A | C | Y |
| H | L | H |
| L | L | L |
| X | H | Z |

| ENTRADAS | | SALIDA |
|---|---|---|
| A | C | Y |
| H | H | H |
| L | H | L |
| X | L | Z |

*Tabla de verdad del 74LS125 Y 74LS126.*

### CIRCUITOS INTEGRADOS 74LS125 Y 74LS126. CARACTERISTICAS ELECTRICAS

| PARAMETRO | | | CONDICIONES DE MEDIDA | VALORES | | | UNIDADES | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Denominación | | Símbolo | | Mín. | Típ. | Máx. | | |
| Voltaje de alimentación | | $V_{cc}$ | | 4,5 | 5 | 5,25 | V | $T < 75$ °C |
| Voltaje de entrada nivel alto | | $V_{IH}$ | | 2 | — | — | V | En cualquier entrada |
| Voltaje de entrada nivel bajo | | $V_{IL}$ | | — | — | 0,8 | V | |
| Voltaje | Nivel alto | $V_{OH}$ | $I_{OH} = -2,6$ mA | 2,4 | 3,1 | — | V | |
| de salida | Nivel bajo | $V_{OL}$ | $I_{OL} = 24$ mA | 0,35 | 0,35 | 0,5 | V | |
| Corriente | Nivel alto | $I_{OZH}$ | $V_{cc} = 5$ V | — | — | 20 | µA | |
| de fuga | Nivel bajo | $I_{OZL}$ | $V_{cc} = 5$ V | — | — | −20 | µA | |
| Corriente | Nivel alto | $I_{IH}$ | $V_{in} < 10$ V | 20 | — | 100 | µA | |
| de entrada | Nivel bajo | $I_{IL}$ | $V_{in} = 0,4$ V | — | — | −0,4 | mA | |
| Corriente de salida | | $I_{OS}$ | Cortocircuito | −30 | — | −100 | mA | |
| Corriente consumida total | Salidas en bajo | $I_{cc}$ | $V_E = 0$ V | — | — | 16 | mA | |
| | Salidas en alta impedancia | $I_{cc}$ | $V_E = 4,5$ V | — | — | 20 | mA | |
| Retardo de propagación a nivel alto | | $T_{PLH}$ | CL = 45 pF<br>RL = 667 Ω | — | — | 10 | ns | |
| Retardo de propagación a nivel bajo | | $T_{PHL}$ | $V_{cc} = 5$ V | — | — | 16 | ns | |
| Tiempo de | Nivel alto | $T_{PZH}$ | $V_{cc} = 5$ V | — | — | 16 | ns | |
| conexión | Nivel bajo | $T_{PZL}$ | $V_{cc} = 5$ V | — | — | 30 | ns | |
| Tiempo de | Nivel alto | $T_{PHZ}$ | $V_{cc} = 5,9$ V<br>$C_L = 5$ pF | — | — | 23 | ns | |
| desconexión | Nivel bajo | $T_{PLZ}$ | $R_L = 667$ Ω | — | — | 15 | ns | |

# TRANSMISION DE DATOS. MODEM

*Cuando utilizamos como medio de transmisión de datos una línea telefónica, en realidad estamos usando un circuito adaptado a otro tipo de servicio (la comunicación verbal) como medio de propagación de un servicio distinto (la comunicación de datos).*

Cualquier información que deseemos transmitir a distancia está formada por una combinación de frecuencias. Este conjunto de frecuencias se denomina *espectro de la señal (información) a transmitir.* Si utilizamos para la comunicación el medio telefónico deberemos tener en cuenta que éste no permite propagar las frecuencias bajas de la señal, dejando sólo una banda disponible comprendida entre 300 y 3.400 herzios (Hz). Hemos de trasladar, pues, nuestra información al margen de frecuencias de 300 a 3.400 Hz; de esta manera, el canal telefónico podrá transportar nuestra señal.

## Modulación y demodulación

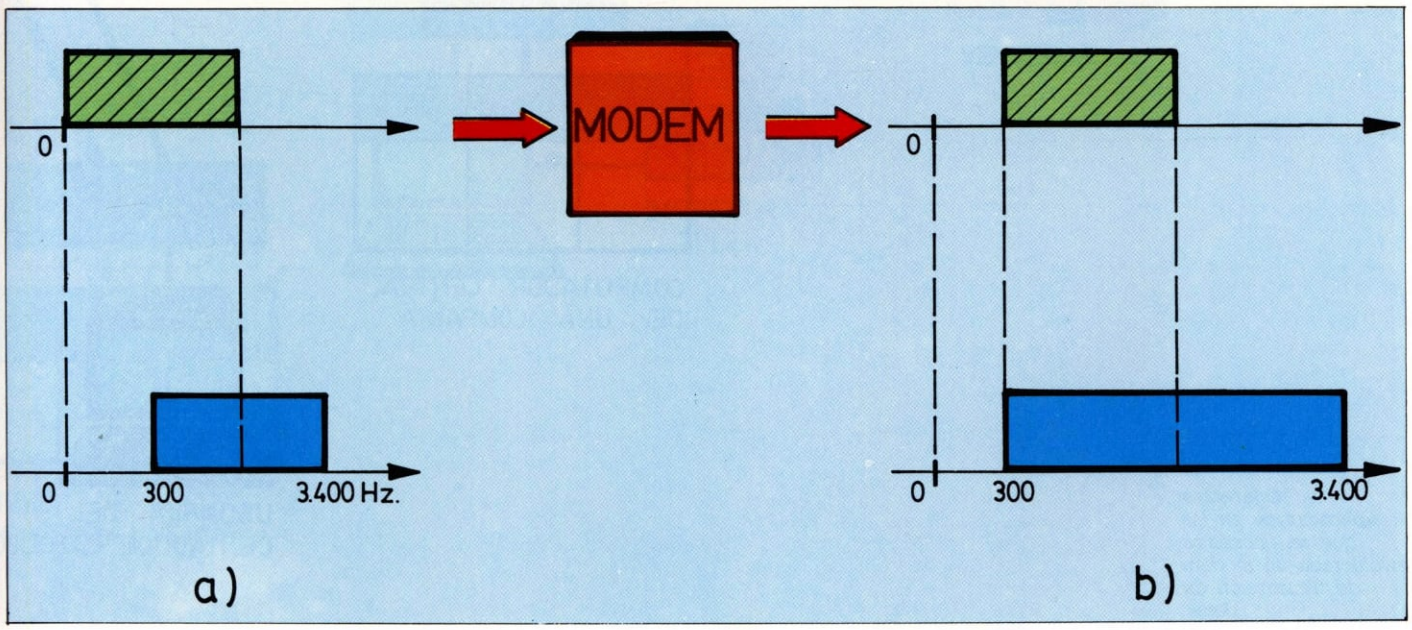
Para enviar señales de datos por el medio telefónico se recurre a utilizar señales moduladas, añadiendo a ambos lados del circuito telefónico equipos de modulación y demodulación llamados *modem.*

A este traslado de la información a frecuencias aptas para la transmisión se le denomina *modulación.* El proceso contrario se conoce con el nombre de *demodulación.*

La palabra *modem* proviene de la unión de las primeras letras correspondientes a las palabras modulación y demodulación, siendo el equipo que, situado entre la fuente de información (ordenador, terminal, etc.) y la línea telefónica, se encarga de adecuar y transmitir las señales suministradas por la fuente de datos.

## Estructura general de un modem

Además de la modulación-demodulación,

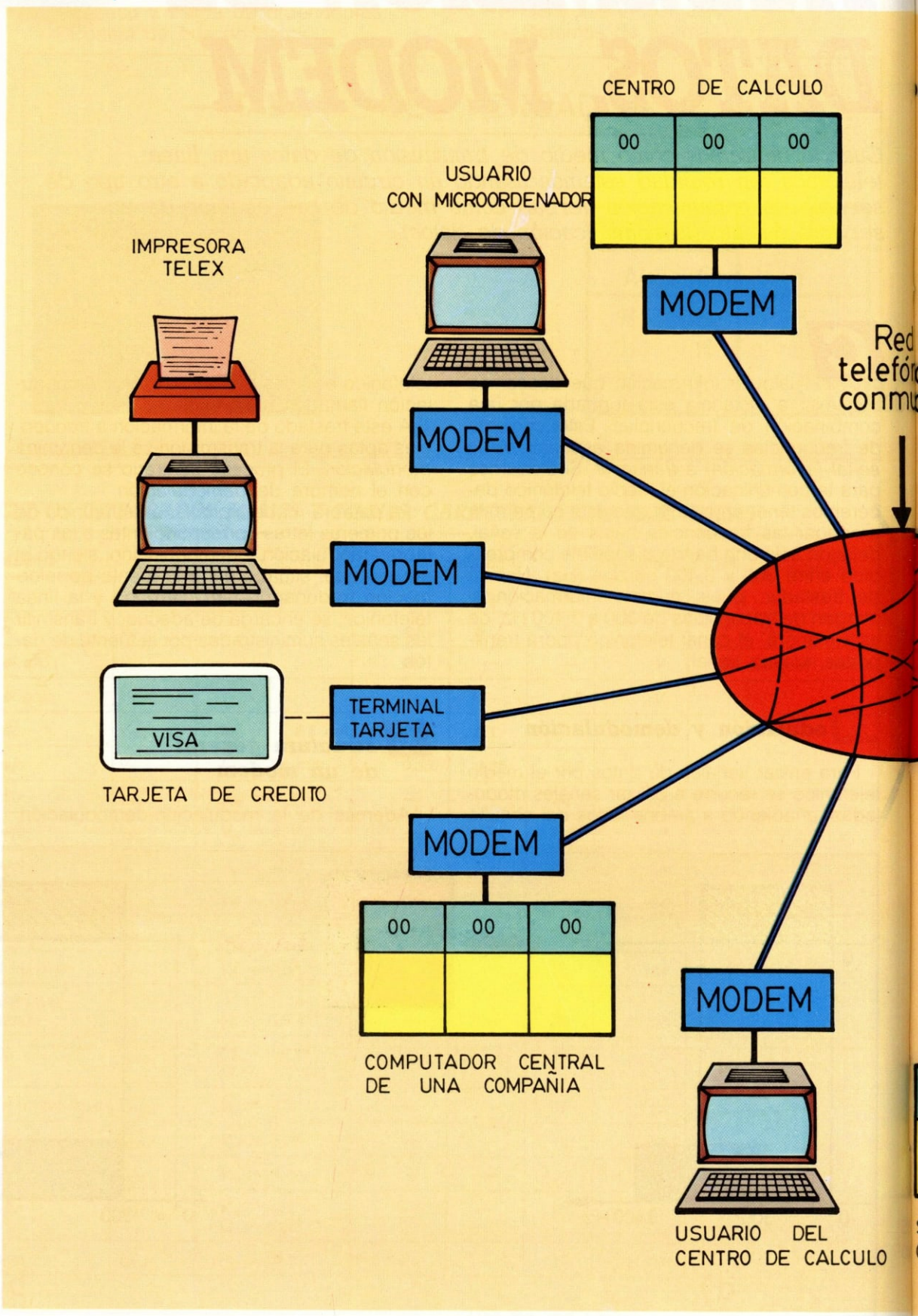



*El espectro de frecuencias de la señal no «entra» por la «ventana» del canal telefónico (a). Por lo tanto, tenemos que trasladar dicho espectro hasta otro punto de la banda en la que pueda atravesar el canal (b).*

un *modem* realiza otras funciones, que vamos a describir a continuación y que quedan indicadas en la figura.

Dentro de la parte correspondiente a transmisión, podemos seguir el siguiente proceso:

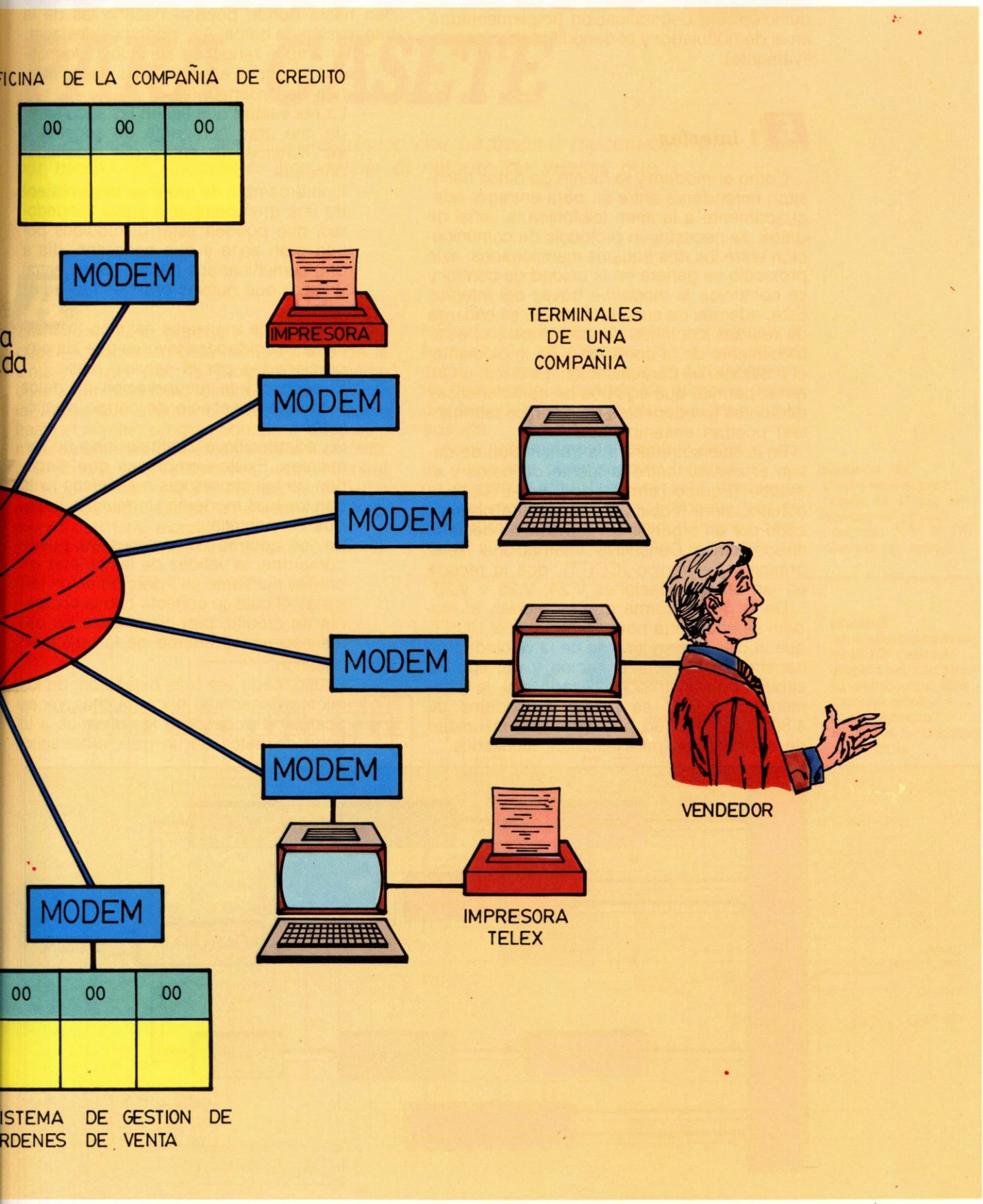
— La señal digital proveniente del interfaz




*Diferentes aplicaciones, en las que se encuentra involucrado un modem de transmisión de datos.*

se introduce en un codificador (con la misión de protección contra los posibles errores en la transmisión); la función del codificador varía de un *modem* a otro, dependiendo de la forma de transmisión utilizada.

— A continuación se introduce la señal en



el modulador para, una vez filtrada, adaptarla a la línea telefónica.

En recepción se realizan los procesos contrarios a los especificados, es decir, la demodulación y la decodificación (implementadas en el demodulador y el decodificador, respectivamente).

## El interfaz

Como el *modem* y la fuente de datos necesitan entenderse entre sí, para entregar adecuadamente a la línea telefónica la señal de datos, se necesita un protocolo de comunicación entre los dos equipos mencionados; este protocolo se genera en la unidad de control y se comunica al *modem* a través del *interfaz*. Este, además de cursar los datos, se encarga de realizar funciones de control para el establecimiento de la conexión y de implementar el protocolo de comunicación. Es decir, un *interfaz* permite que equipos de características diferentes (procedentes de distintos fabricantes) puedan ensamblarse.

En lo que se refiere a la transmisión de datos, el *interfaz* entre la fuente de datos y el *modem* (Equipo Terminal de Datos-ETD, en la nomenclatura técnica) se encuentra normalizado por un organismo internacional denominado Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico (CCITT), que lo recoge en las recomendaciones V.24, V.25 y V.28.

De la misma forma que el *interfaz*, el *modem* se encuentra normalizado por el CCITT, que lo clasifica en función de la velocidad de transmisión de la información y del tipo de circuito de transmisión utilizado. Así, la recomendación V.27 se refiere a modems de 4.800 bits/seg. (un bit representa la unidad de información) para circuitos alquilados.

## Aplicaciones

Las aplicaciones de los *modems* se extienden hasta donde puedan hacerlo las de la transmisión de datos. Así, podemos destacar:

— El amplio rango de servicios informáticos ofrecidos a los usuarios de las oficinas de ordenadores.

— La necesidad que tienen las sucursales de una gran compañía de acceder a los ficheros de datos del ordenador principal.

— El intercambio de órdenes de venta entre una gran compañía y sus vendedores, que pueden estar distribuidos por una gran zona y que necesitan, día a día, comunicar sus pedidos a la central y saber qué nuevas órdenes les indica ésta.

— El envío de mensajes escritos (teletexto), a velocidades mayores que las proporcionadas por el servicio télex.

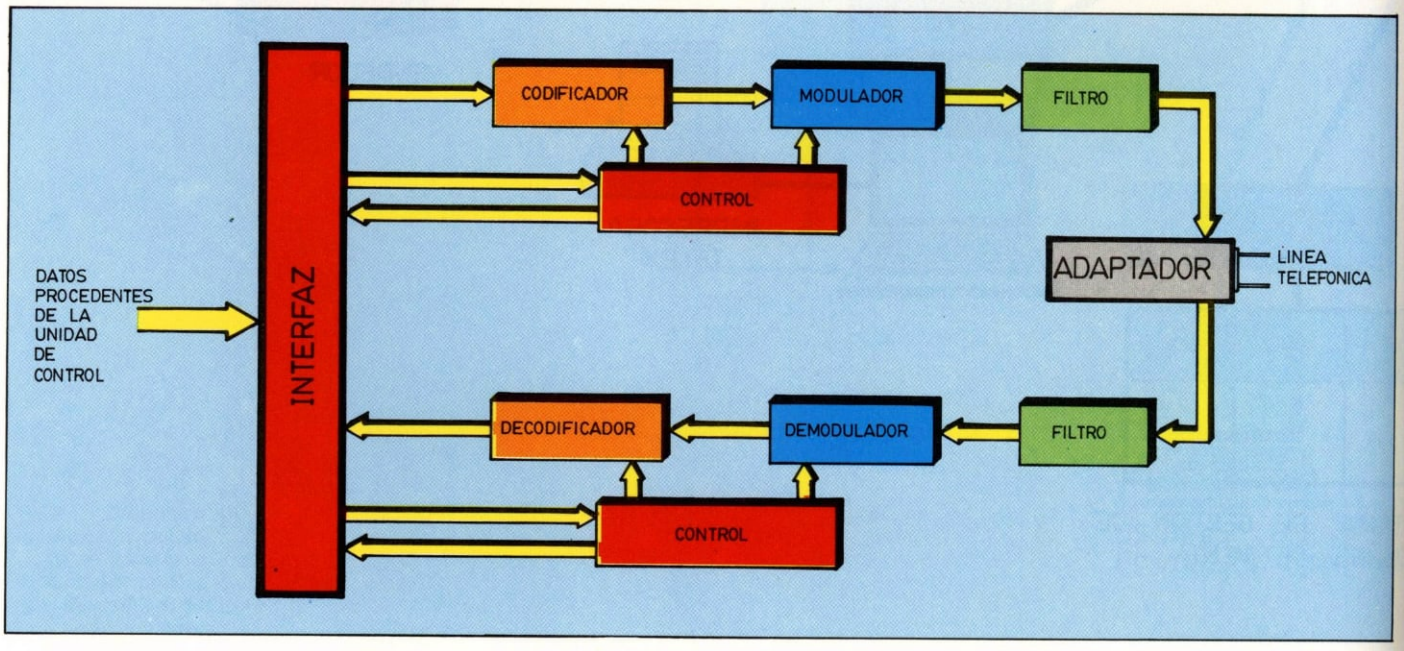
— El acceso y la recuperación de datos mediante el servicio de correo electrónico.

— Su adaptación a cualquier tipo de terminales. Existen empresas que disponen de teleimpresoras mecánicas junto con los más modernos terminales basados en pantalla.

— En los centros comerciales se puede comprobar la validez de las tarjetas de crédito mediante su inserción en un terminal, el cual se conecta con la compañía de crédito, proporcionando los datos necesarios acerca de la tarjeta en cuestión.

— El uso, cada vez más extendido, de los microordenadores hace muchas veces posible el acceso de los usuarios a la ficha de datos de un gran ordenador.

*Esquema correspondiente a un modem. En él se aprecian los bloques más importantes. La parte superior corresponde al transmisor y la inferior al receptor.*



# CUENTAVUELTAS PARA CASETE

MONTAJE

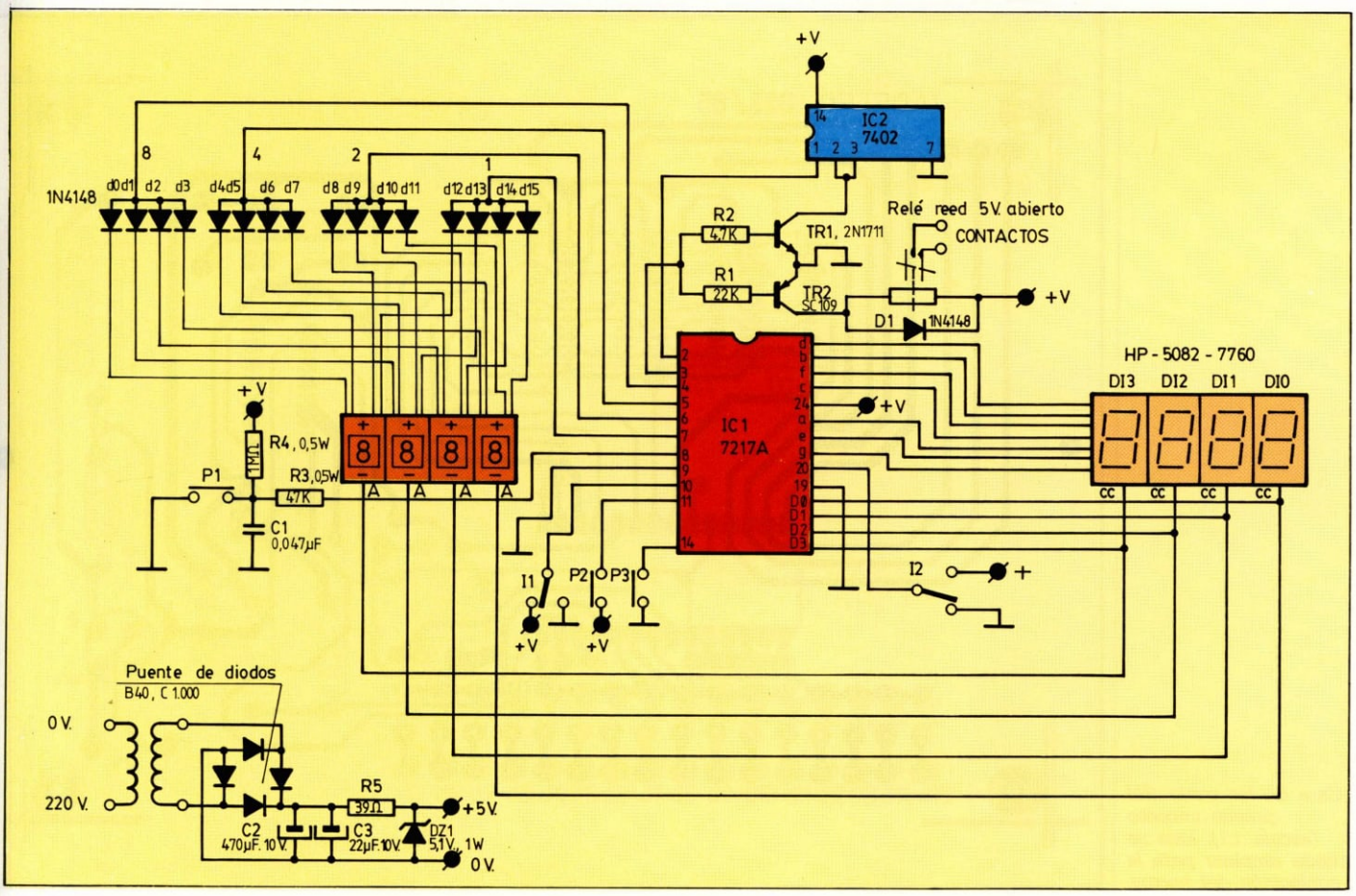
*Este montaje es el sustituto electrónico del tradicional mecanismo que por medio de engranajes nos señala el número de vueltas que da la cinta.*

Así pues, gracias a este aparato se puede localizar un determinado tramo de la cinta, ya que permite programar mediante cuatro conmutadores binarios el circuito, de tal forma que avance o retroceda el casete hasta el número programado, parándose automáticamente en el momento de encontrarlo.

Gracias a este sistema se puede encontrar en todo momento, y sin necesidad de estar rastreando toda la cinta, un determinado fragmento con total exactitud.

Para entender más fácilmente su funcionamiento, si queremos encontrar por ejemplo el tramo 1.324 se marcará tal número en los conmutadores y se pondrá en funcionamiento, de forma que cuando los números de los displays coincidan con éstos se detendrá el aparato.

Aquí presentamos el montaje simplificado, es decir, tres conmutadores binarios en vez de cuatro, si bien la placa está preparada para el montaje completo. El montar tres se debe a que el cuarto corresponde a los decimales y la mayoría del tiempo el display del




*Esquema del cuentavueltas para casete en el que se destaca el circuito integrado ICM 7217A, corazón del mismo.*

mismo permanece destellando sin deternerse en un número definido, de tal forma que en un casete corriente, que normalmente no tiene excesiva precisión, y para un mismo paso de cinta, unas veces marcará un cierto número y otras otro distinto, por encima o por debajo. Si queremos evitar un fallo en el sistema de muestreo por haber elegido un número decimal y salir en el conteo otro, se recomienda este montaje de tres dígitos. No obstante, si se tiene un casete con buena precisión el montaje completo con los cuatro conmutadores resultará ser el idóneo.

## Cómo funciona

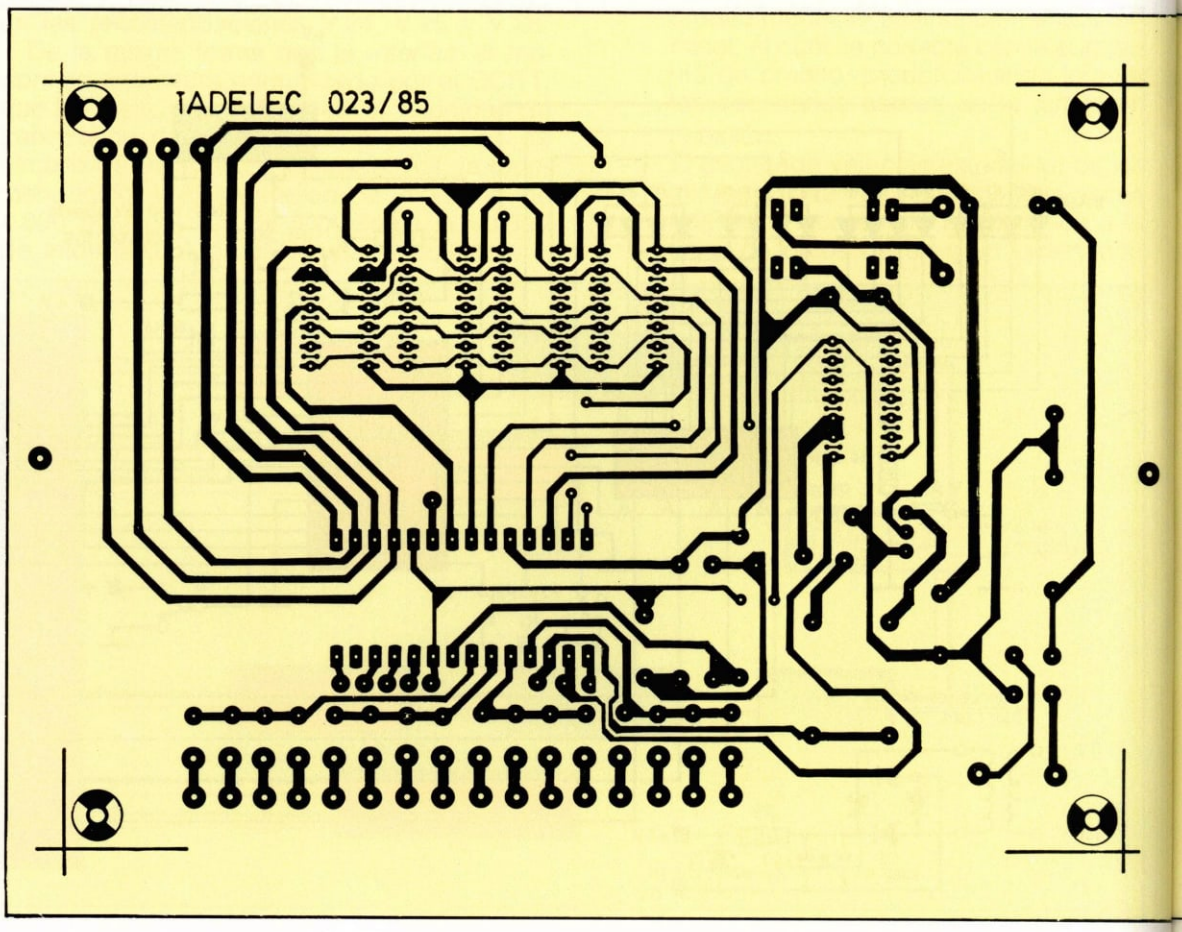
Este circuito utiliza como componente principal el circuito integrado ICM 7217A, de la casa Intersil, que es el que controla el conteo y la programación del mismo.

El funcionamiento del circuito es bastante fácil de asimilar, ya que carece de muchos componentes que podrían complicar la comprensión.

La patilla número ocho del circuito integrado es la que se encarga de introducir los datos al mismo para que vaya contando; cada vez que se actúa el pulsador P1 envía una señal a dicha patilla ocho y hace que se incremente el conteo en los displays. La forma de hacerlo es colocando en la cabeza principal de arrastre un eje que sea capaz de tocar el contacto central de P1, de forma que al girar ésta se active, ya gire hacia la derecha o hacia la izquierda. Para aquellos aparatos que gobiernen el avance, bobinado y rebobinado por medio de contactos eléctricos y no mecánicos será fácil gobernar el conteo adelante o atrás de forma automática a través de la patilla 10. Si no se cuenta con un casete de este tipo se podrá controlar dicho conteo manualmente por medio del conmutador I1 conectado a la patilla 10. Cuando nosotros deseemos que el conteo vaya hacia delante, es decir, sumando vueltas al avanzar o bobinar, tendremos que situar este conmutador en la posición «adelante» que conecta la patilla 10 al positivo de la alimentación. Si, por el contrario, se desea que el contador vaya restando vueltas en los displays, se colocará el conmutador I1 en su posición «atrás» que lleva la patilla 10 a la alimentación negativa (masa).

Si por cualquier circunstancia se desea empezar el conteo, no habrá más que pulsar el pulsador P3, que automáticamente pondrá los cuatro displays a cero.

Por el conmutador I2, conectado a la patilla 20 del circuito integrado, se pueden anular los ceros de la izquierda del display inyectando la alimentación negativa a dicha patilla; si la lectura por ejemplo es de 0017, en el display se visualizará 17.




*Cara de las pistas del circuito impreso (escala 1:1). Esta se puede emplear para la confección del mismo.*

No obstante, si se desea que estos ceros aparezcan no habrá más que poner el conmutador en su posición normal, y si lo que se pretende es desconectar completamente los displays, se situará el mismo en la posición de apagado.

## Búsqueda automática

Una de las posibilidades de este circuito es el poderle programar para que pueda buscar automáticamente un determinado tramo de la cinta sin tener que estar rastreando toda ella.

Esto se consigue de una forma muy sencilla. Por medio de los conmutadores binarios se selecciona el tramo que deseamos encontrar; éstos generan unos datos BCD, que se introducen al circuito integrado y al accionar el pulsador P2 se graba tal información. Cuando el conteo de los displays se iguala al valor de los conmutadores binarios la tensión de la patilla 3 desciende a cero; esta tensión hace que el transistor T2 deje de conducir, provocando que se abran los contactos del relé reed, que cortan la alimentación del motor, por lo que éste se detiene parando completamente el conteo, y consiguiendo detener la cinta en el tramo elegido. Una vez localizado el tramo deseado, el circuito vuelve a funcionar normalmente, y sólo volverá a detenerse automáticamente si se acciona el pulsador P2 para memorizar la cifra deseada; una vez encontrado el tramo se borra automáticamente de la memoria esta información.

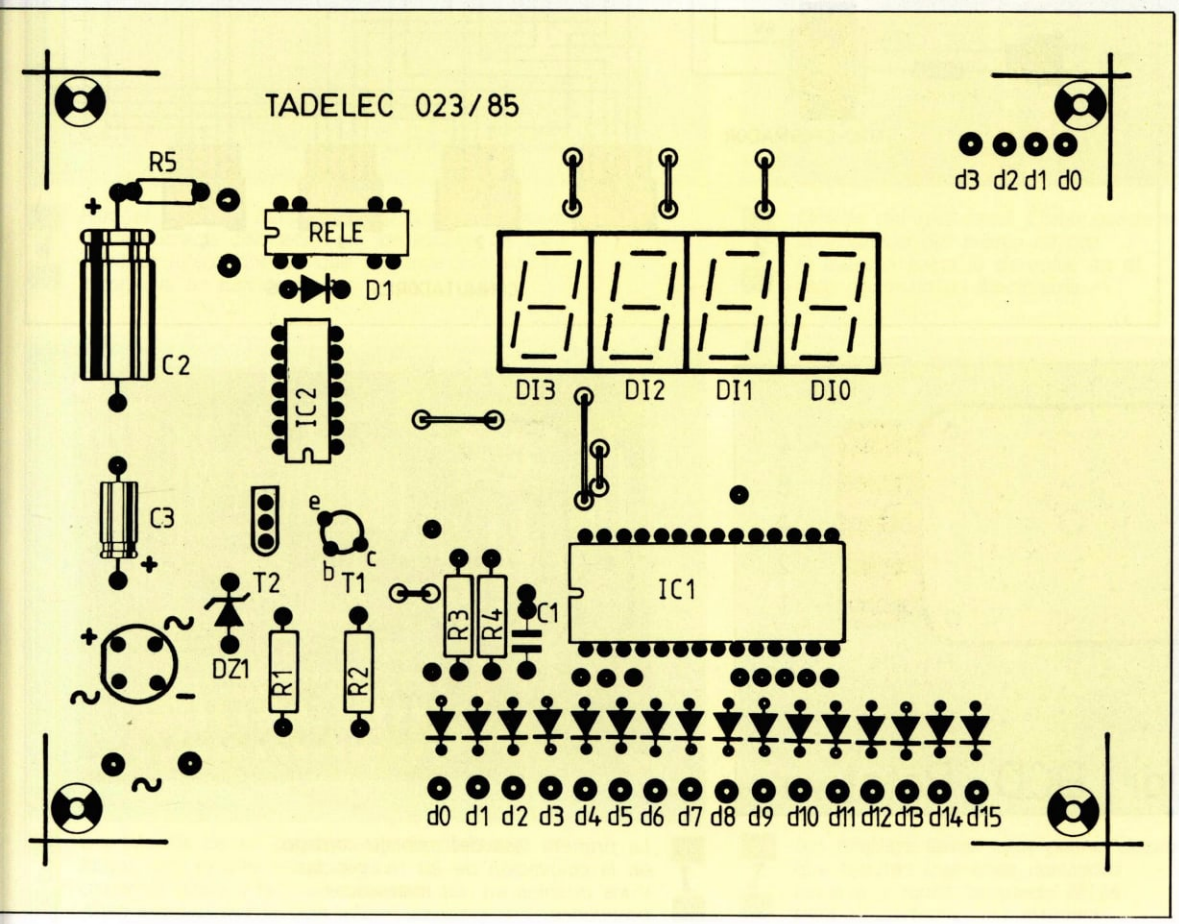
## Alimentación

La alimentación de este montaje está situada sobre la placa, quedando fuera de la misma el transformador. Este montaje funciona a 5 V; si el casete en el que se utiliza produce esta tensión y tiene la intensidad suficiente para poder alimentar el cuentavueltas y el casete a la vez, se podrá prescindir de dicha fuente de alimentación y llevar los 5 V del casete al lugar donde ahora va situado el diodo Zener DZ1, colocando el positivo de la alimentación en el cátodo y el negativo en el ánodo.

## Consejos de montaje

Si bien el montaje en sí no es demasiado complicado, requiere alguna precaución para su correcto funcionamiento.

Debido a su fácil deterioro por electricidad estática, se recomienda no manipular en exceso con las manos el integrado 7217A. También se recomienda situarlo sobre un zócalo para evitar la destrucción por el calor que



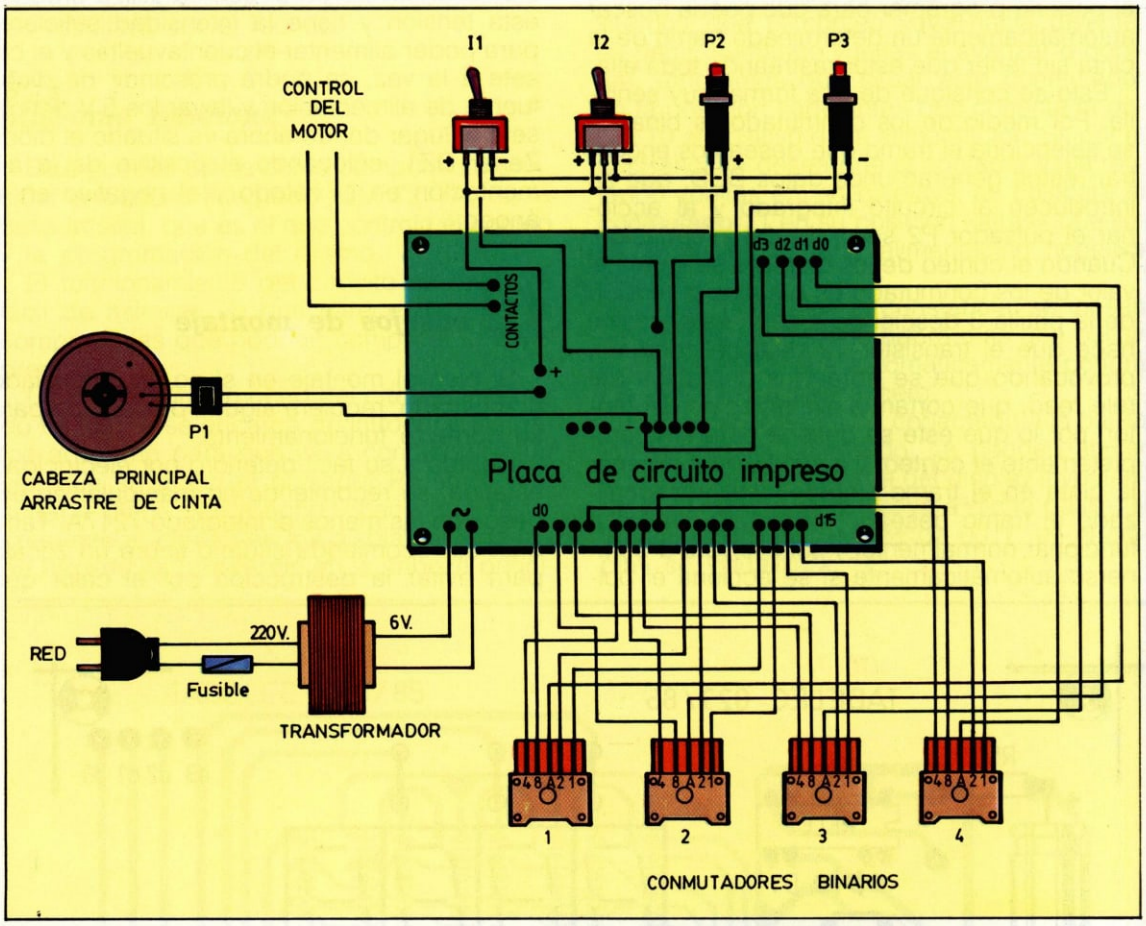
produce el soldador en el montaje, teniendo en cuenta que la muesca realizada en uno de los extremos del mismo esté en su posición correcta.

Los condensadores C2 y C3, del tipo electrolítico axial, llevan polaridad. El negativo de los mismos es el chasis en el que van montados, por lo que nos será fácil localizarlo, evitando así una colocación incorrecta.

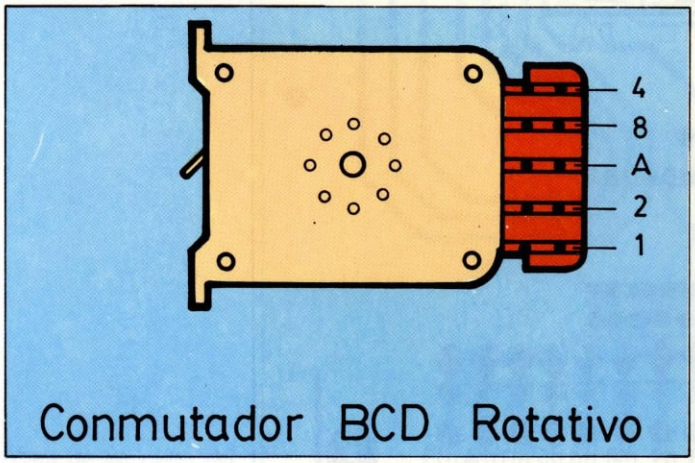
La forma de colocar los transistores viene definida por la serigrafía de la placa, por lo que no existe error posible.

Debido a la abundancia de cableado, para evitar errores en el mismo se recomienda utilizar cables de diferentes colores, con el fin de poder hacer fácil la localización de cada uno de ellos.

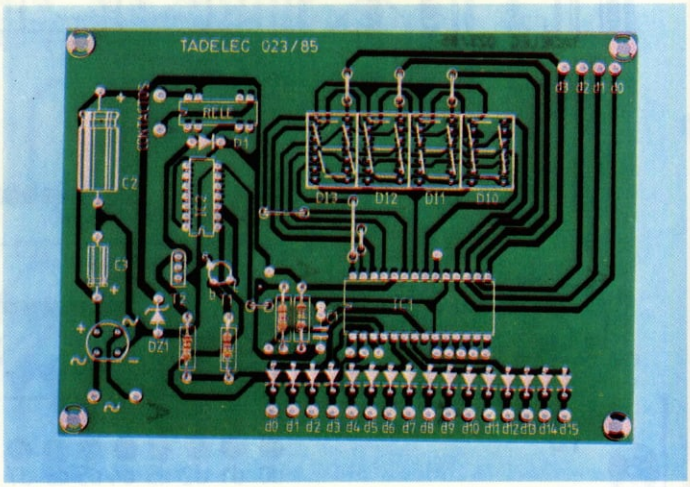
El cable de alimentación de red, así como los del pulsador P1 y los contactos del motor, irán protegidos por una goma pasamuros para evitar los posibles cortocircuitos que se podrían producir con la chapa de la caja.



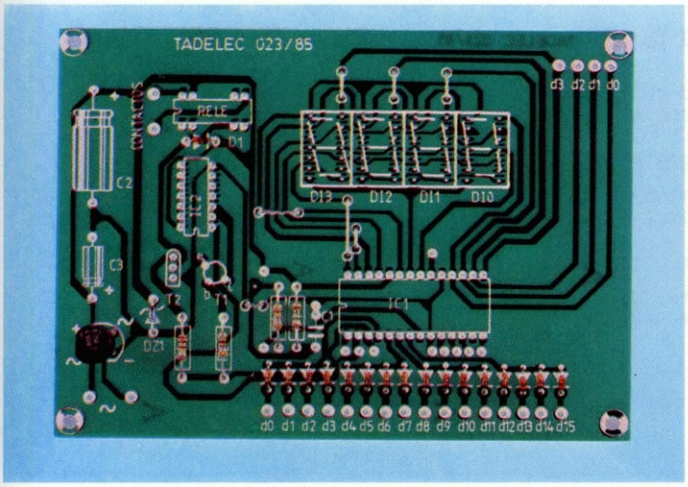

*Esquema de conexionado de la placa TE-023/85 con los conmutadores binarios, los conmutadores, los pulsadores y la alimentación.*



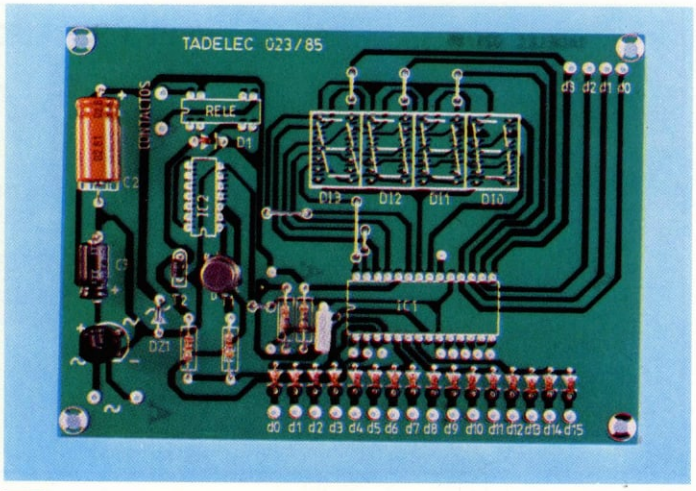

*Detalle de las pistas del conmutador binario donde se realizan las conexiones.*



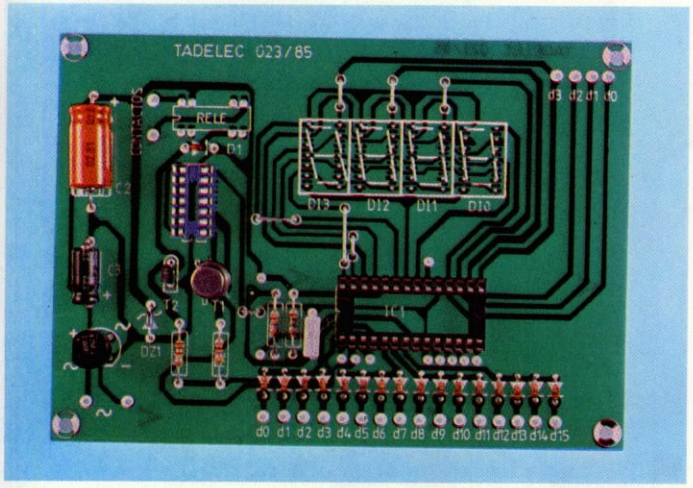

**1** *La primera fase del montaje consiste en la colocación de las resistencias y los puentes en sus respectivas posiciones.*



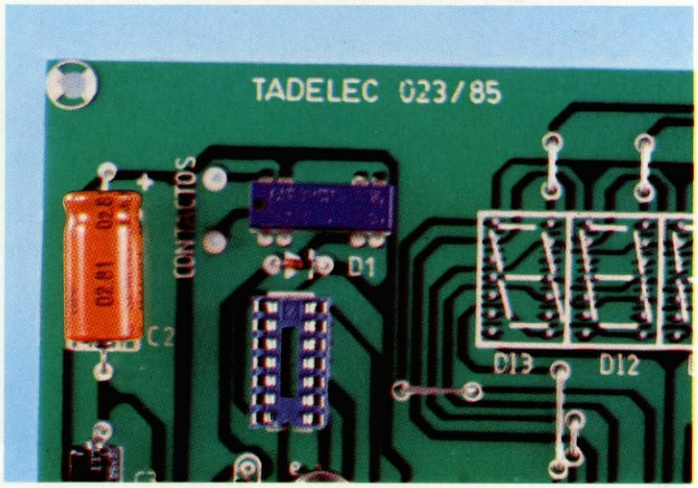

**2** *El siguiente paso será colocar todos los diosos, D0 a D15 y D1, el Zener DZ1 y el puente de diodos. Para evitar errores en la polarización, la marca del extremo será el cátodo.*



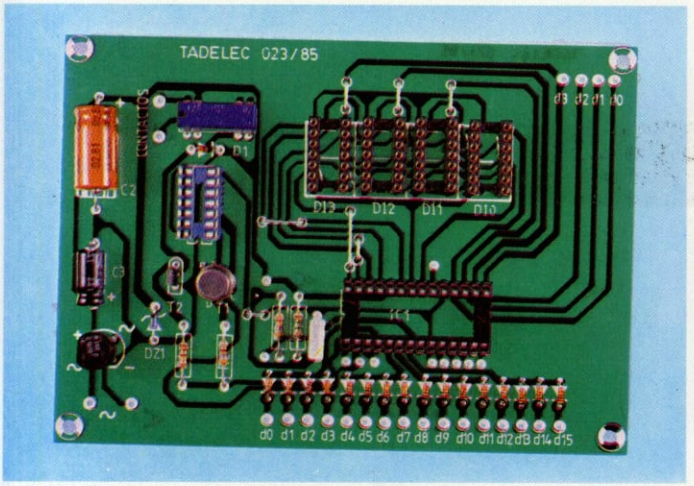

**3** *A continuación se colocarán los dos transistores del montaje T1 y T2 siguiendo el patillaje de la serigrafía. Una vez soldados, se colocan los condensadores C2 y C3 con la adecuada polarización, y C1.*



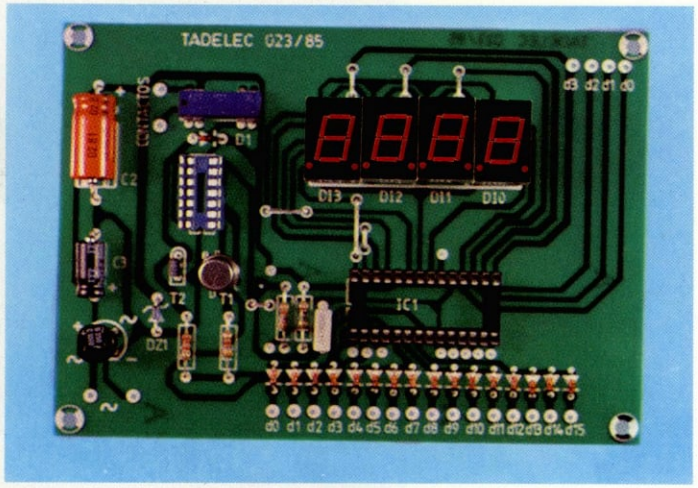

**4** *Para el posterior funcionamiento hay que cerciorarse de la correcta colocación de los zócalos de los circuitos integrados, ya que con una colocación incorrecta no funcionaría.*



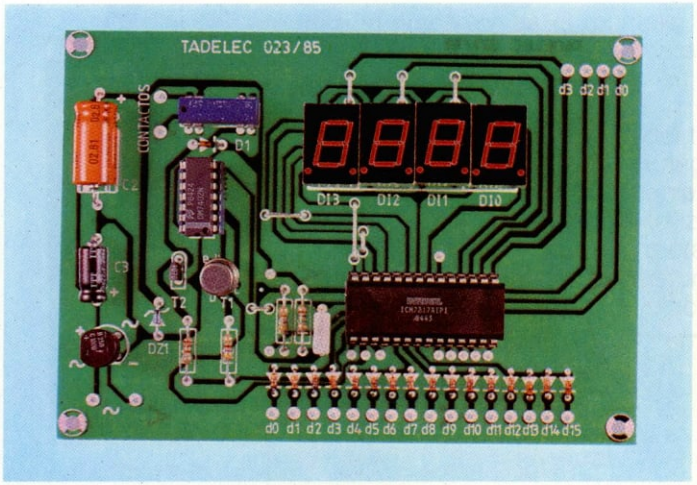

**5** *Detalle del relé reed. Como puede verse, la inserción del mismo es con la muesca hacia la derecha; en el caso contrario no funcionaría.*



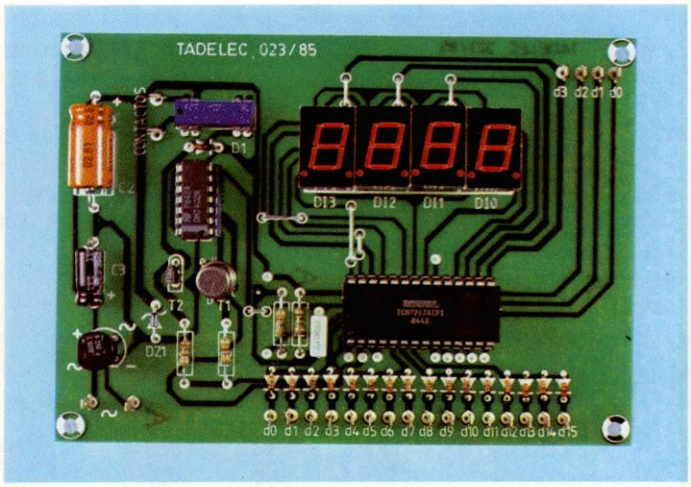

**6** *Los zócalos de los displays son de patillas largas, por lo que habrá que darles la altura adecuada para que éstos asomen por la caja.*



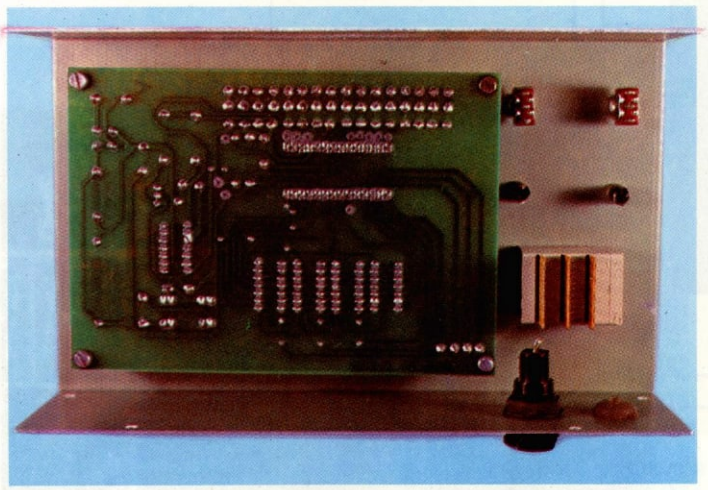

**7** *Los displays llevan unos puntos decimales que tendrán que estar colocados hacia el circuito integrado 7217A para su correcto funcionamiento.*



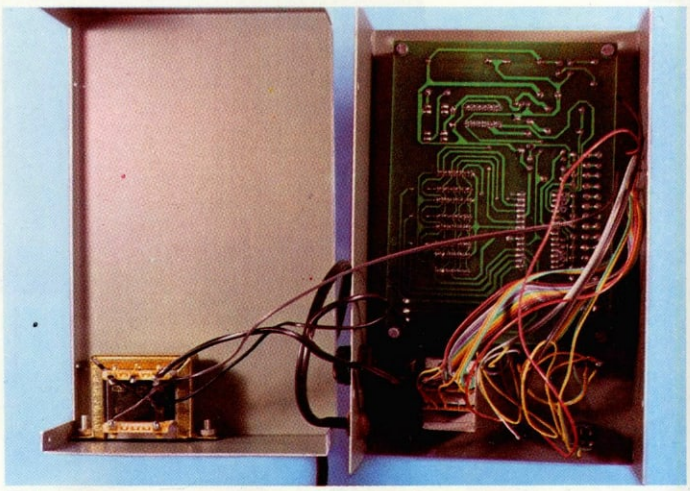

**8** *Para evitar la destrucción de los circuitos integrados, prestar atención a las muescas originales de los mismos.*



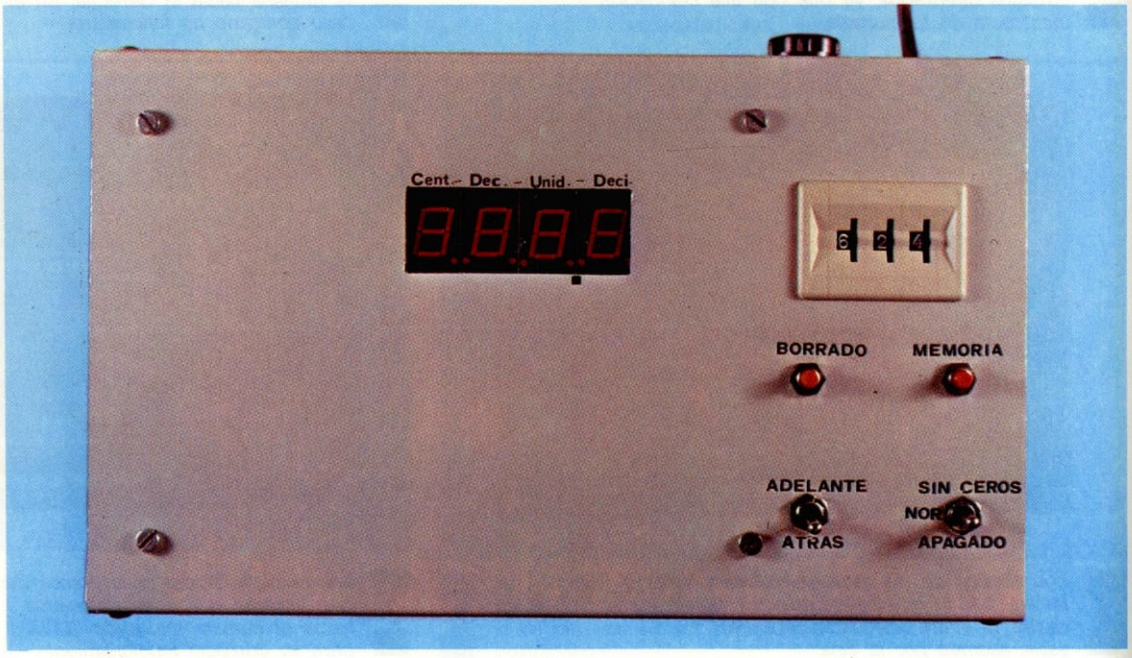

**9** *Una vez colocados todos los componentes sobre la placa, se colocarán los espadines, que servirán para el conexionado.*



**10** *Vista de la placa una vez montada en la caja junto con los componentes eléctricos de control.*



**11** *Vista del cableado de la placa TE-023/85. Para un conexionado más claro se usa cable plano de diferentes colores que simplifica el montaje.*




**12** *Vista frontal del aparato totalmente terminado y cerrado*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

naranja).
R2 - Resistencia 4,7 K 1/2 W (amarillo, violeta, rojo).
R3 - Resistencia 47 K 1/2 W (amarillo, violeta, naranja).
R4 - Resistencia 1 M 1/2 W (marrón, negro, verde).
R5 - Resistencia 39 Ω 1/2 W (naranja, blanco, negro).

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 4,7 nF poliéster.
C2 - Condensador 470 μF electrolítico, 10 V.
C3 - Condensador 22 μF electrolítico, 10 V.

*DIODOS*

D0 a D15-Diodos 1N4148.
D1 - Diodo 1N4148.
DZ1 - Zener t,1 V, 1 W.
Puente de diodos B40/C1000.

*TRANSISTORES*

T1 - Transistor 2N1711.
T2 - Transistor SC109.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

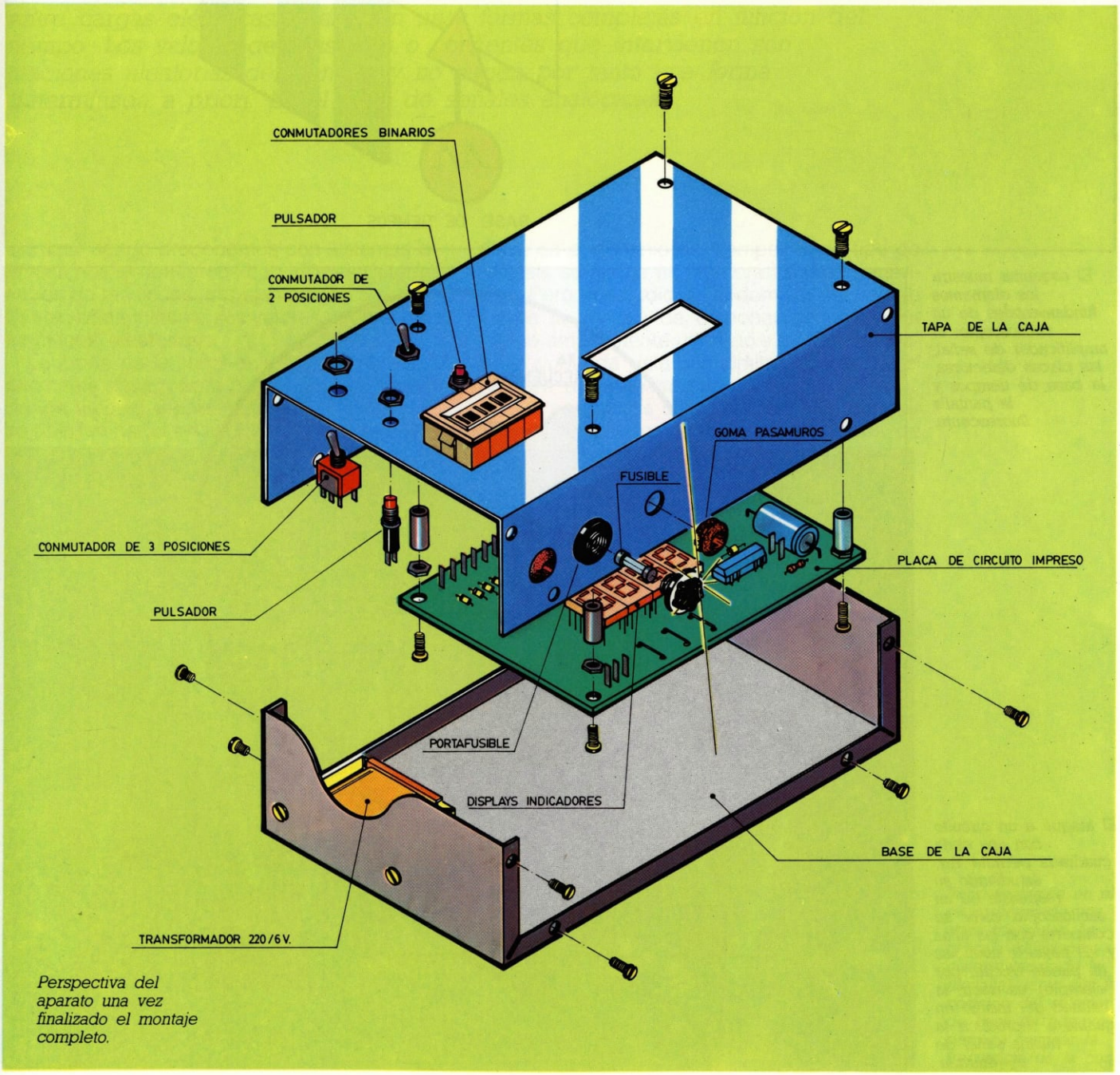
IC1-Circuito integrado ICM 7217A.
IC2-Circuito integrado 7402.

*DISPLAYS*

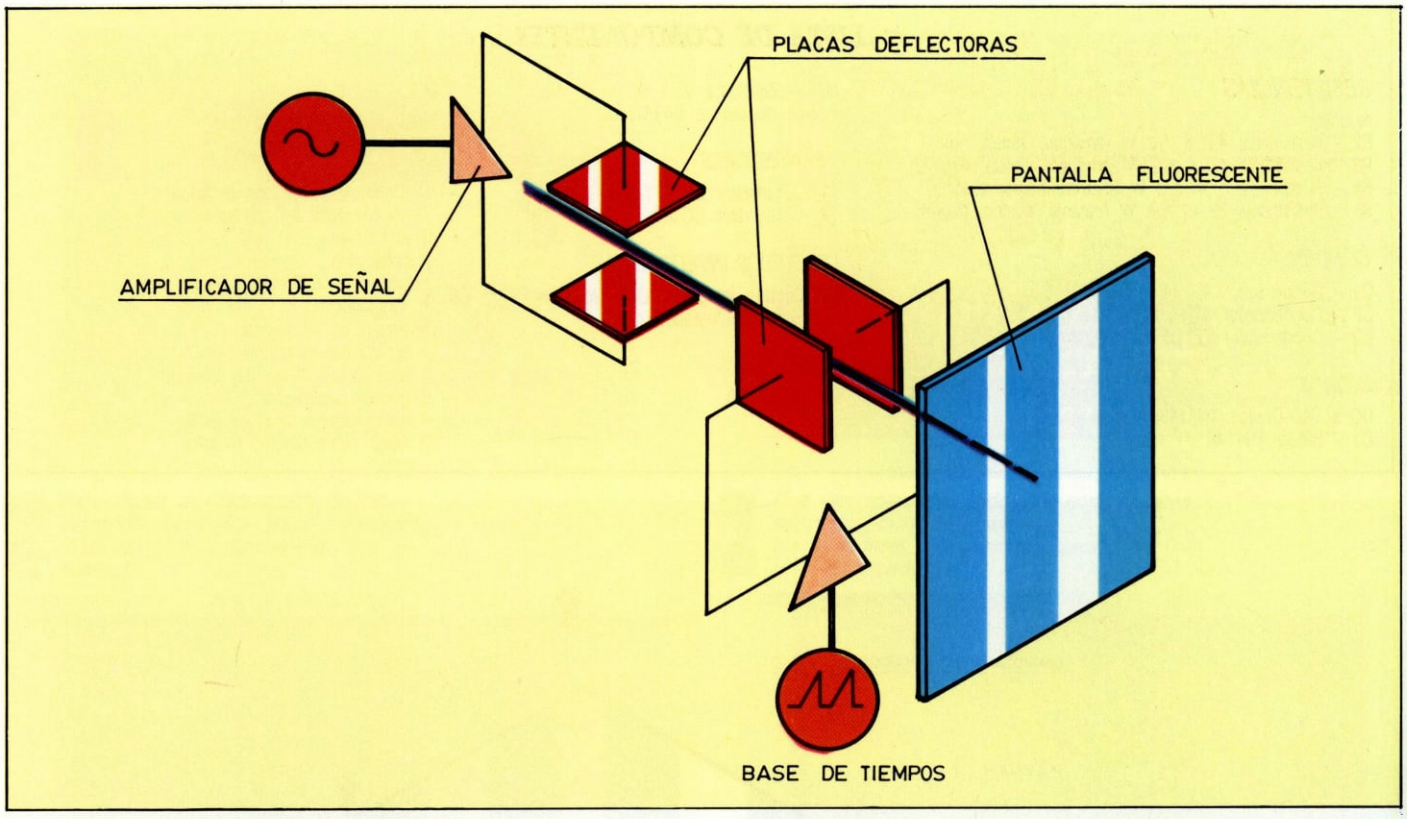
HP-5082-7760.

*VARIOS*

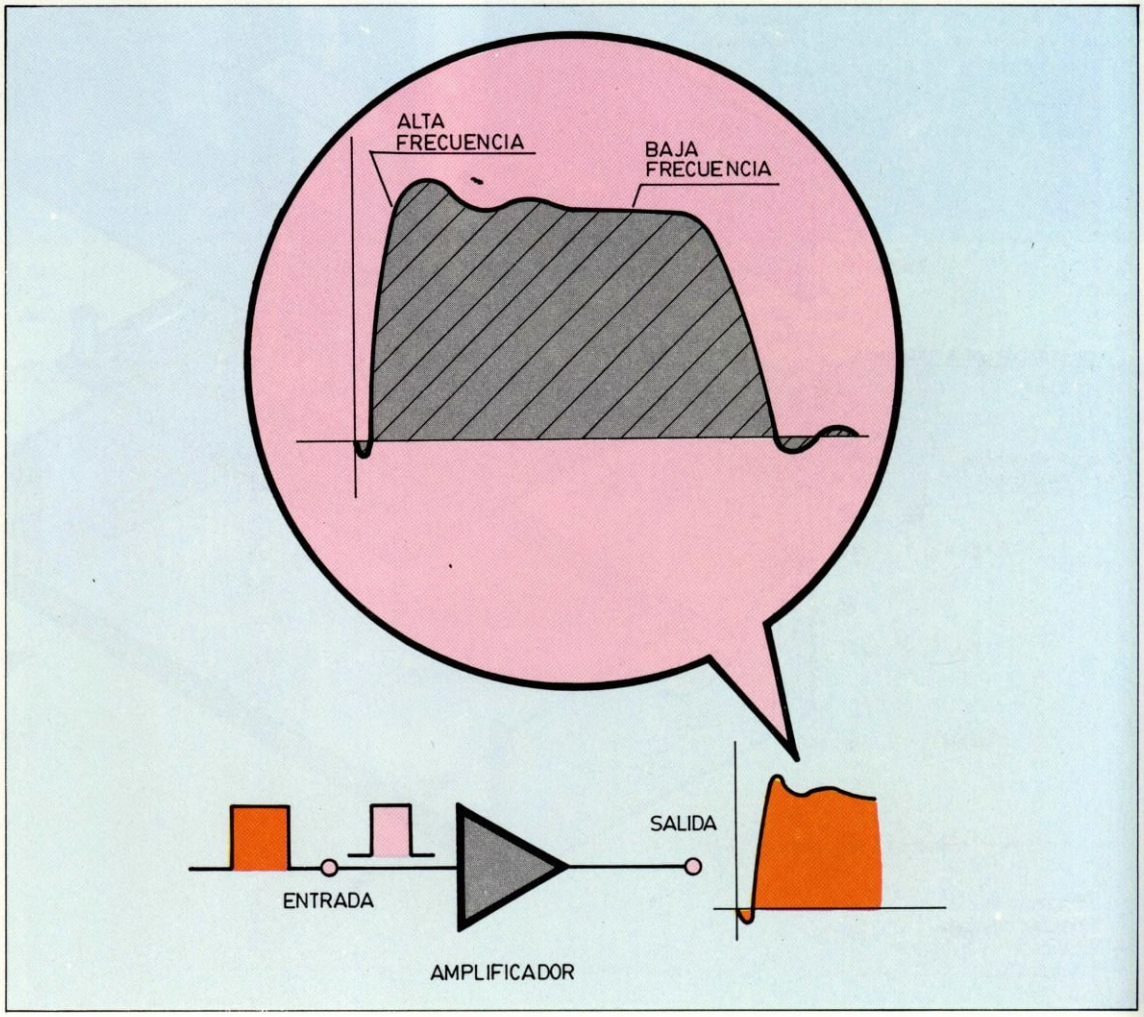
— Relé reed 5 V abierto.
— P2 Pulsador.
— P3 Pulsador.
— I1 Conmutador de dos posiciones.
— I2 Conmutador de tres posiciones.
— Transformador 220 V/6 V, 0,5 A.
— Portafusibles.
— Fusibles de 200 mA.
— 4 separadores.
— 1 zócalo de 28 patillas.
— 1 zócalo de 14 patillas.
— 4 zócalos de 14 patillas (largas).
— 2 gomas pasamuros.
— 4 conmutadores binarios BCA.
— 2 tapas conmutadores binarios.




*Perspectiva del aparato una vez finalizado el montaje completo.*




*El esquema muestra los elementos fundamentales de un osciloscopio: el amplificador de señal, las placas defectoras, la base de tiempos y la pantalla fluorescente.*




*El ataque a un circuito con una onda cuadrada permite ver, estudiando su respuesta en un osciloscopio, cómo se comporta con las altas y las bajas frecuencias (si puede osiclar, por ejemplo), es decir, la calidad del mismo en cuanto a reproducir la misma señal de entrada.*

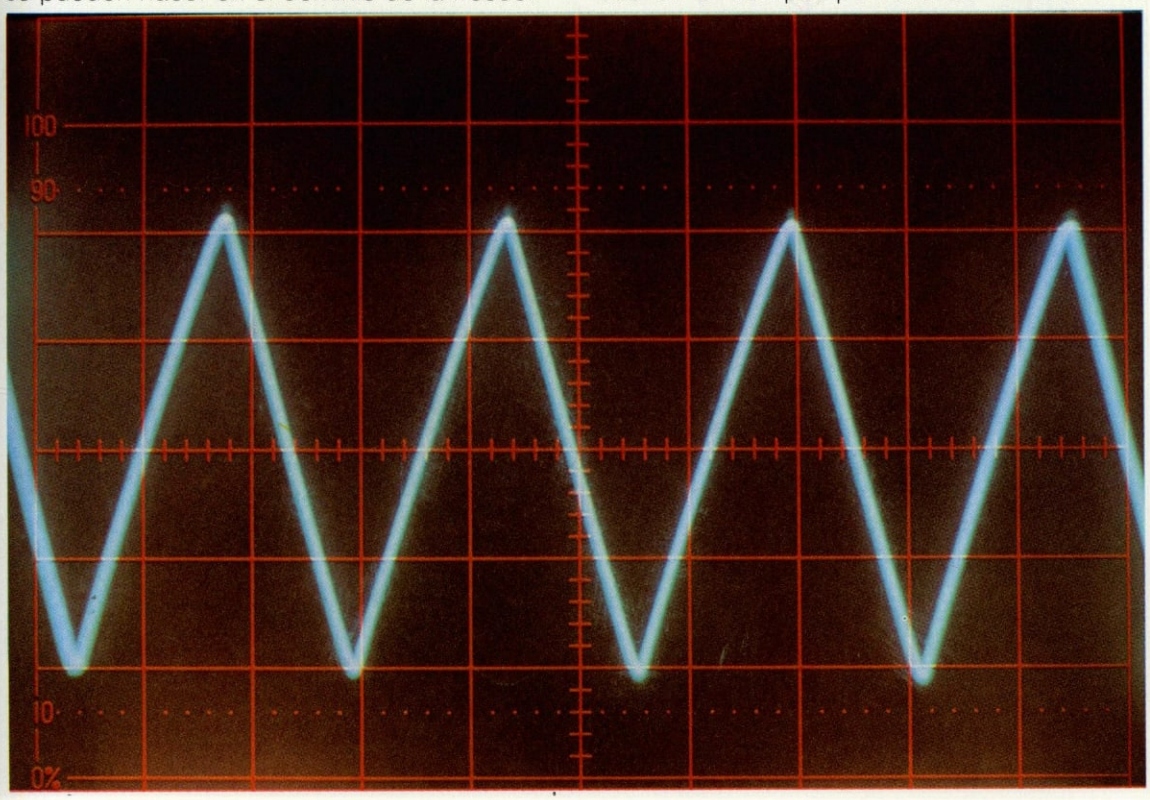
# REPRESENTACION DE SEÑALES EN EL OSCILOSCOPIO

*Las señales empleadas en ingeniería electrónica, en fenómenos electromagnéticos y en procesos en los que se ven involucradas acciones entre cargas eléctricas, presentan unas formas complejas en función del tiempo. Los valores de tensiones o corrientes que intervienen son funciones aleatorias del tiempo, y no tienen por tanto una forma determinada a priori. Es el caso de señales analógicas.*

Cuando procedemos con sistemas digitales nos encontramos con valores determinados de tensiones, por ejemplo 0 ó 5 V, aunque en cada instante sus valores también son funciones aleatorias.

La teoría de la señal es una disciplina ampliamente desarrollada que permite el estudio de los valores representativos de señales, y se pueden hacer en el dominio de la frecuencia o en el dominio del tiempo. Cada tipo de análisis se aplica en las condiciones requeridas. Pero el estudio en el dominio del tiempo posee la ventaja de disponer de un instrumento ampliamente utilizado y asequible desde el punto de vista económico, que recibe el nombre de *osciloscopio*.

Este aparato se utiliza con señales periódicas en el tiempo, permitiendo la lectura de




*Representación en el osciloscopio de una onda triangular. La retícula (divisiones cuadriculadas de la pantalla), junto con la posición del selector de base de tiempos, permite conocer la frecuencia de la onda.*

parámetros tales como amplitud, frecuencia, fase, distorsión y saturación de la señal, entre otras cosas.

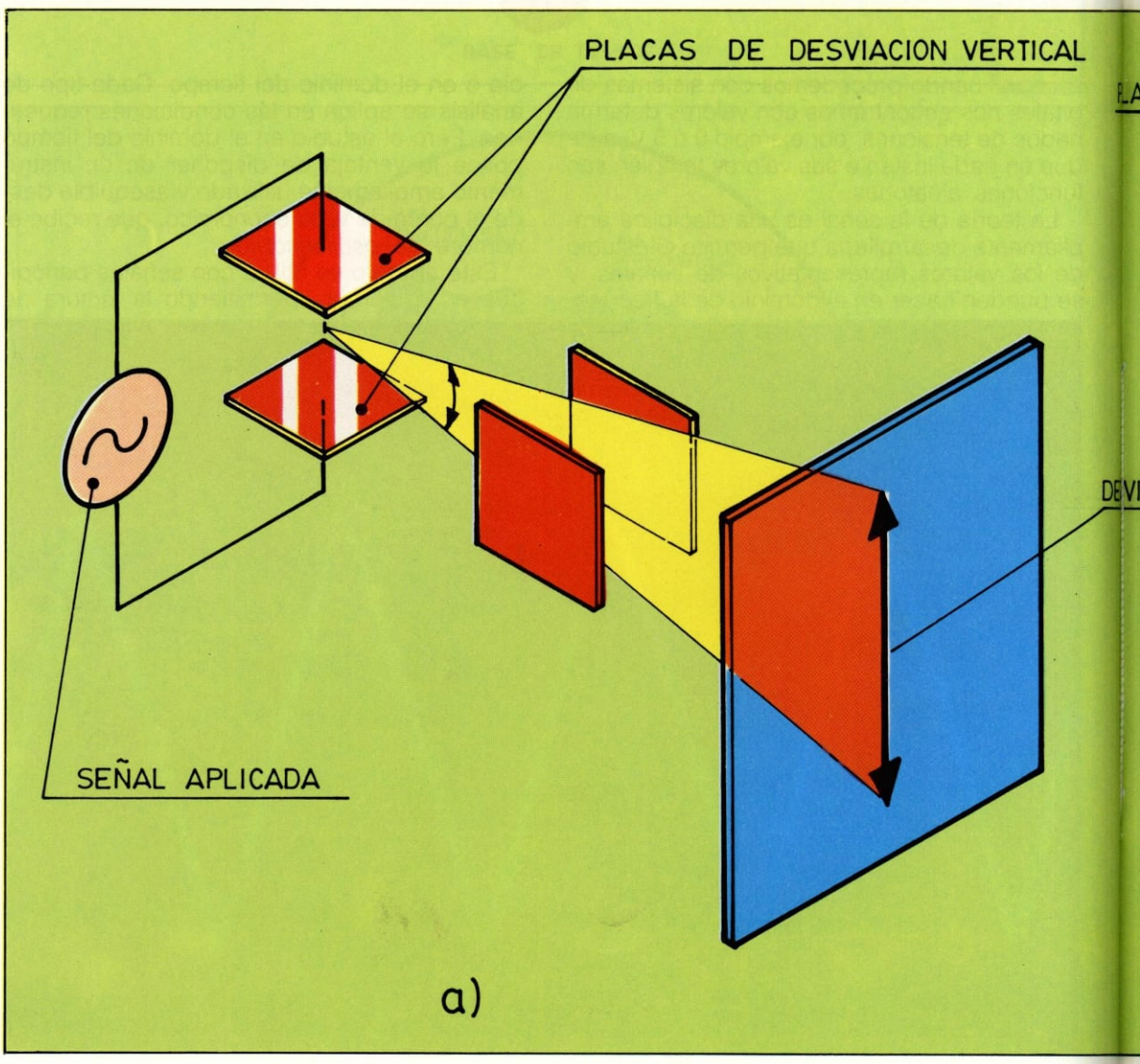
La representación de señales en función del tiempo, empleando un sistema de coordenadas cartesiano, considera el eje de abscisas como el tiempo que transcurre a medida que nos desplazamos por dicho eje (de izquierda a derecha), mientras que el eje de ordenadas incluye los valores que adquiere en cada instante la función que estamos representando. El osciloscopio reconstruye la señal periódica haciendo uso de una pantalla de material fosforescente sobre la que incide un pincel electrónico desviado hacia arriba y abajo y a derecha e izquierda, siguiendo la forma de la señal que queremos representar. Para ello se dispone de un sistema de desviación vertical y otro de desviación horizontal. conocido también como *base de tiempos.*

## Esquema de bloques del osciloscopio

De forma muy simplificada, podemos considerar el osciloscopio constituido por las siguientes partes:

1. Módulo de amplificación vertical: se conoce así a un circuito destinado a amplificar las señales procedentes del circuito a analizar. Dispone, además, de varios pasos de amplificación que permiten un amplio margen en los valores de los niveles de señales a' estudiar.
2. Módulo de desviación horizontal: formado por un generador en diente de sierra que permite hacer aparecer en pantalla señales de distintas frecuencias con sólo seleccionar el tiempo de barrido adecuado. Se conoce como *módulo de base de tiempos.*
3. Tubo de rayos catódicos: formado por distintas secciones bien diferenciadas:

- Placas de deflexión horizontal y vertical controladas, respectivamente, por la base de tiempos y el módulo de amplificación vertical. Se encargan de desviar el rayo procedente del cañón electrónico de forma que reproduzca en el tiempo la señal procedente del punto de medida.
- Cañón de electrones encargado de




*a) Las placas de desviación vertical son atacadas por la señal que queremos representar. b) La base de tiempos es la encargada de «desviar» en sentido horizontal el haz de electrones para conseguir una represntación «temporal» de la señal.*

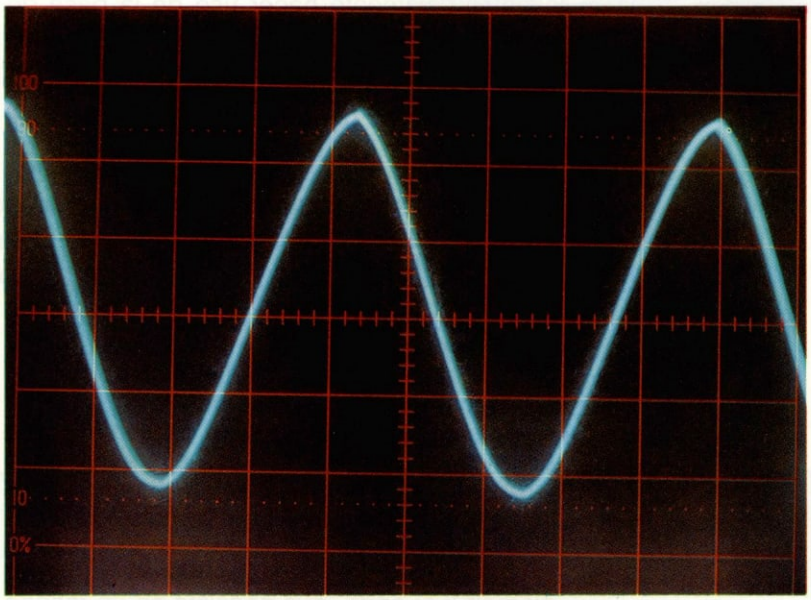
generar un flujo de electrones que atraviesan el tubo de rayos catódicos y llegan a la pantalla fluorescente.

- Pantalla fluorescente, encargada de representar en el tiempo la señal.

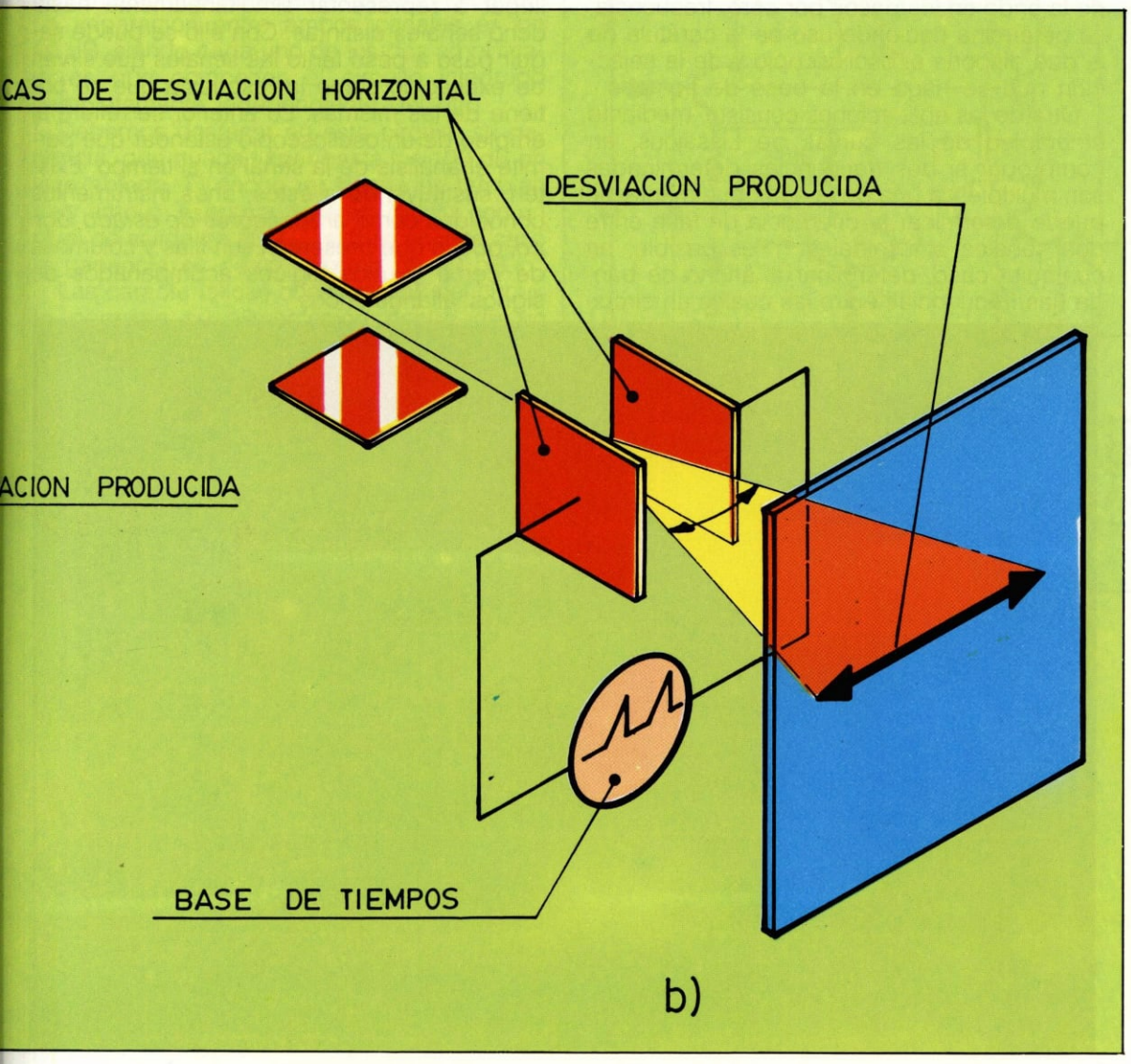
4. Sondas atenuadoras que permiten reducir los valores representados de señales con excesivo nivel.
5. Conmutador de AC-DC con el que se permite aparecer la señal en el osciloscopio sin o con la componente continua sobre la que está superpuesta, respectivamente.
6. Control de desviación horizontal exterior: con este mando se permite disparar el barrido horizontal del osciloscopio (base de tiempos) con una señal exterior independiente del diente de sierra del osciloscopio.

## Representación de señales analógicas

Con este nombre nos referimos a señales que responden en general a una forma sinusoidal en el tiempo. Para representarlas nece-




*Representación de una onda sinusoidal. El osciloscopio permite apreciar cualquier anomalía en la señal analizada. En este caso se distingue una ligera distorsión (alteración) de la señal en su parte superior.*



sitamos solamente hacer uso de la base de tiempos y el amplificador vertical. Con la base de tiempos seleccionamos la rapidez de barrido de la pantalla y, con ello, el que la señal aparezca claramente en la pantalla. Si la señal es de una frecuencia alta situaremos la base de tiempos en una escala pequeña, con lo que conseguiremos hacer aparecer la forma de onda. Por otra parte, controlando el mando de amplitud de señal (provisto de un selector por pasos) lo situamos de forma que la señal aparezca claramente (es decir, no sea tan pequeña que no se distinga ni tan grande que se salga de la pantalla).

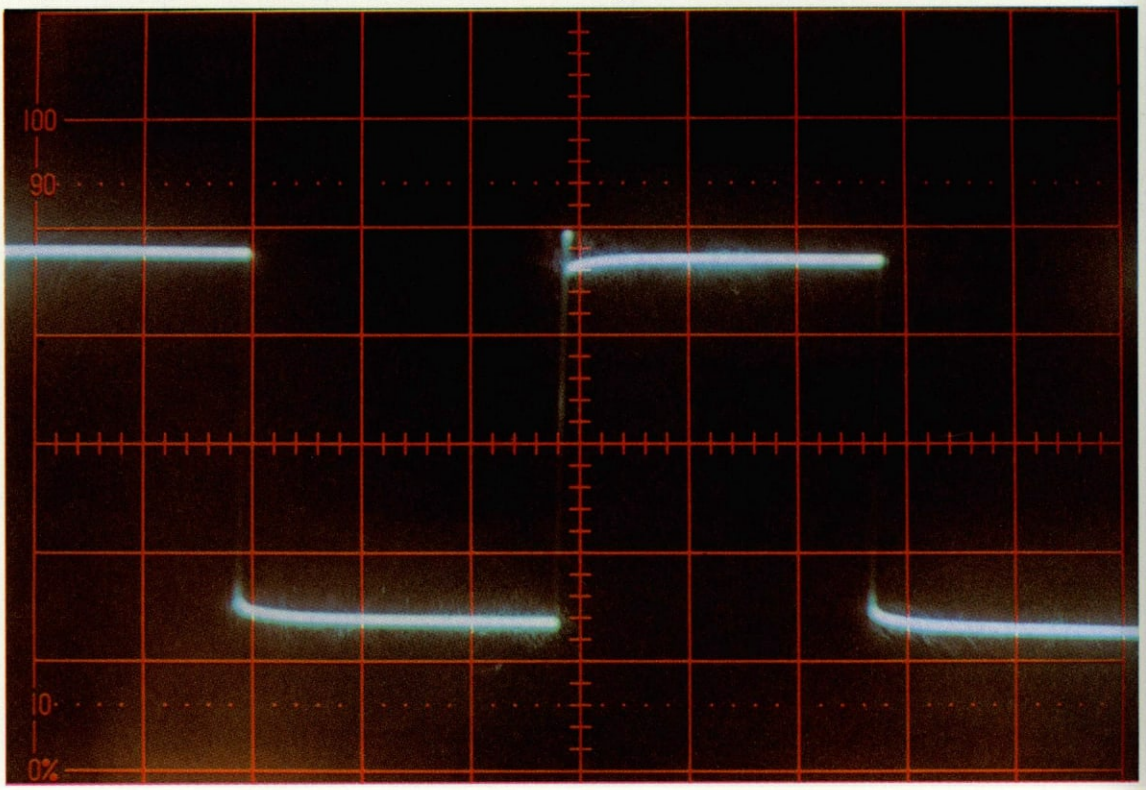
Las características que podemos apreciar en este caso son: distorsión, que en la forma de onda se manifiesta en una alteración de la forma sinusoidal de la onda; saturación, que consiste en un recorte de la parte superior de la onda debido a un funcionamiento incorrecto de elementos activos (transistores por ejemplo); el corte, que consiste en un recorte de la parte inferior de la forma de onda; distorsión de cruce, un tipo particular de distorsión que se manifiesta por una deformación de la onda en los pasos por cero; frecuencia, se determina haciendo uso de la carátula de la que dispone el osciloscopio y de la selección que se haga en la base de tiempos.

Otra de las aplicaciones consiste, mediante el empleo de las curvas de Lissajous, en comprobar si dos frecuencias determinadas son múltiples la una de la otra. Igualmente, se puede determinar la diferencia de fase entre dos señales sinusoidales. Y es posible, en cualquier caso, determinar el ancho de banda (las frecuencias entre las cuales un circuito funciona) de un filtro, un circuito activo, etcétera.

También es muy empleada la onda cuadrada para la determinación de características de señales analógicas. En este caso podemos descomponer la onda cuadrada en tres partes: el flanco de subida, la parte plana y el flanco de bajada. El flanco de subida y el de bajada nos dan información de la respuesta del circuito a altas frecuencias, mientras que la parte plana nos informa sobre las frecuencias bajas.

## Representación de señales digitales

En este caso disponemos básicamente de los mismos medios que en el anterior, sólo que para aumentar las prestaciones del instrumento se emplea un multiplexor de canales. Consiste en un aparato que divide la pantalla en secciones, de forma que pueden llegar a representar simultáneamente hasta ocho señales distintas. Con ello se puede seguir paso a paso tanto las señales que sirven de excitación como la respuesta que se obtiene de las mismas. Lo anterior se refiere al empleo de un osciloscopio estándar que permite el análisis de la señal en el tiempo. Existen, sustituyendo a éstos, unos instrumentos conocidos como *analizadores de estado lógico,* que lo que presentan son filas y columnas de ceros y unos lógicos acompañados de signos alfanuméricos.




*En la foto se aprecia la representación de una onda cuadrada. Se nota una ligera inestabilidad a las altas frecuencias, representadas por un pico en el flanco de subida del escalón.*

# LM 382

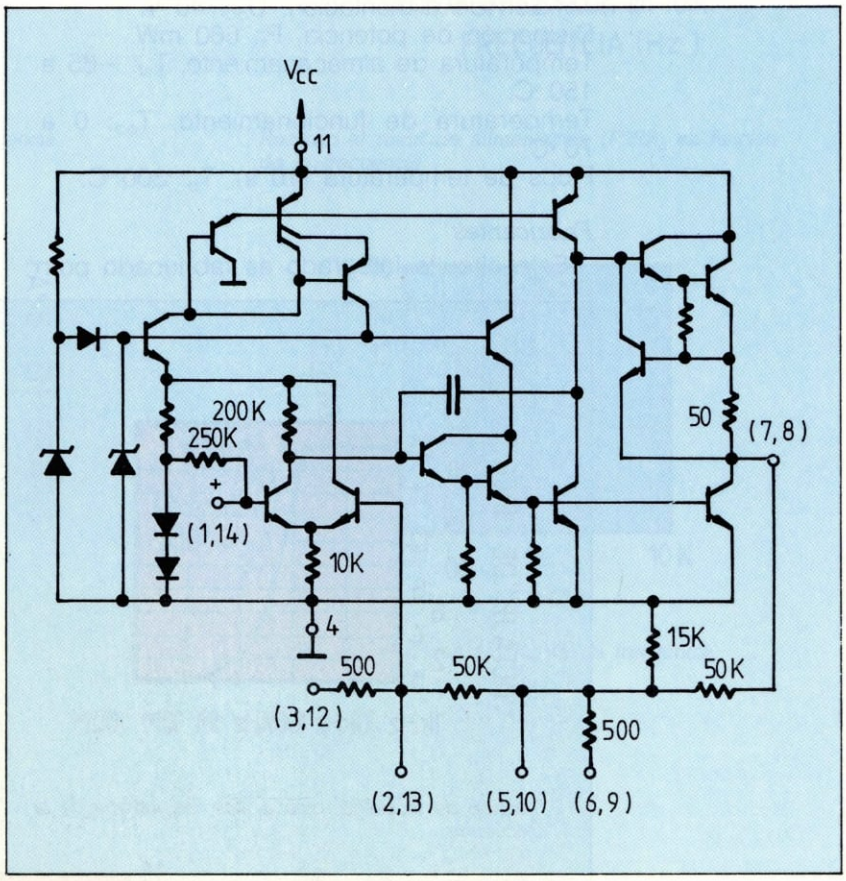
*El LM» 382 es un circuito integrado fabricado especialmente para aplicaciones en las que se necesitan unas características óptimas en cuanto se refiere al ruido introducido por la alimentación en señales de muy bajo nivel de entrada y una separación entre canales grande.*

Así pues, diseñado con este fin, la relación señal-ruido se fija en 120 dB mediante la implementación de un regulador de tensión interno desacoplado, el cual asegura un rechazo del ruido procedente de las fuentes de alimentación de las características indicadas. La separación entre ambos canales es de 60 dB, siendo cada uno de los dos amplificadores que componen el circuito integrado completamente independiente del otro.

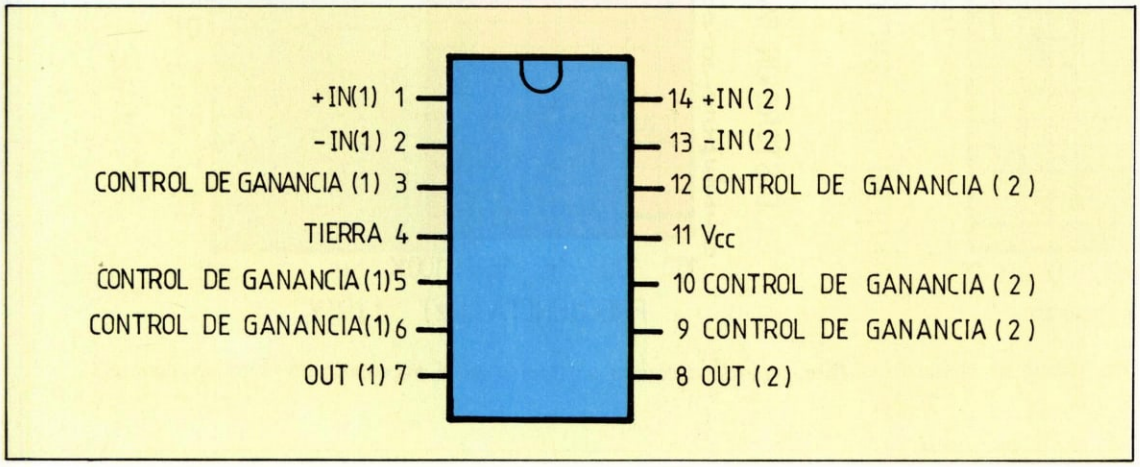
Debemos destacar en este circuito su ganancia, que puede llegar hasta los 100 dB en lazo abierto. El ancho de banda es también muy amplio, asegurándose en 75 kHz con un nivel de salida de 20 $V_{pp}$, si bien en este caso la ganancia es como máximo de 80 dB.

Las características constructivas del circuito permiten su alimentación dentro de un margen de tensiones comprendidas entre 9 y 40 V, funcionando perfectamente dentro de este rango.

Para regular la ganancia y la respuesta en frecuencia, el circuito integrado está provisto internamente de una matriz de resistencias accesibles mediante el patillaje exterior; esta matriz está estudiada para facilitar la ecualización en los circuitos preamplificadores de audio, según las normas NAB, para cintas




*Estructura interna y diagrama de conexión.*




*Disposición de los terminales del circuito sobre el encapsulado DIL de 14 patillas.*

magnéticas, y RIAA, para fonocaptores, y banda uniforme (respuesta plana).

El equivalente total de ruidos en la entrada del circuito es de 0,8 μV. Para ganancia-unidad el ancho de banda se extiende hasta 15 MHz, estando el amplificador compensado internamente frente a cortocircuitos en la salida.

## Encapsulado

El circuito integrado LM 382 se fabrica en formato DIL de 14 terminales.

*Valores límite de funcionamiento*

Tensión de alimentación, $U_{cc}$: 40 V.
Disipación de potencia, $P_t$: 660 mW.
Temperatura de almacenamiento, $T_{st}$: −65 a 150 °C.
Temperatura de funcionamiento, $T_{op}$: 0 a 70 °C.
Picos de temperatura (10 s), $T_p$: 300 °C.

*Fabricantes*

Este circuito integrado es fabriucado por:

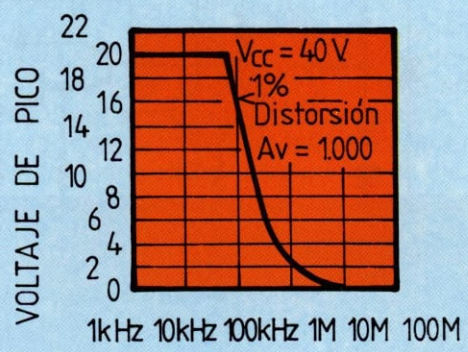
NATIONAL SEMICONDUCTOR
MOTOROLA
FAIRCHILD

*Aplicaciones*

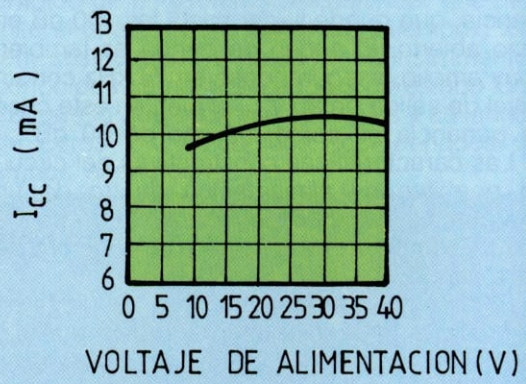
El integrado LM 382 se emplea para realizar una gran variedad de funciones lineales en circuitos de baja frecuencia, entre los que destacan los de audio, tales como filtros de tono, decodificadores, preamplificadores, ecualizadores, etc.

Está especialmente indicado para su empleo como preamplificador en magnetófonos de casete, dada su facilidad para efectuar la ecualización NAB, según puede verse en los circuitos de aplicación adjuntos. Asimismo, es muy útil como preamplificador de fonocaptor (tocadiscos), puesto que la ecualización empleada en este caso (RIAA) se consigue añadiendo unos pocos condensadores externos, lo que simplifica considerablemente el diseño, disminuyendo su costo y montaje.

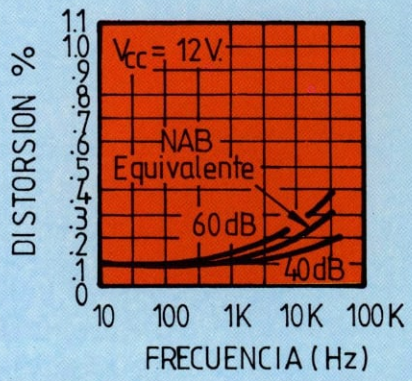
Su empleo como amplificador de respuesta plana es también posible, pudiendo ajustarse la ganancia a niveles fijos o variables, hasta los 80 dB, mediante condensadores.



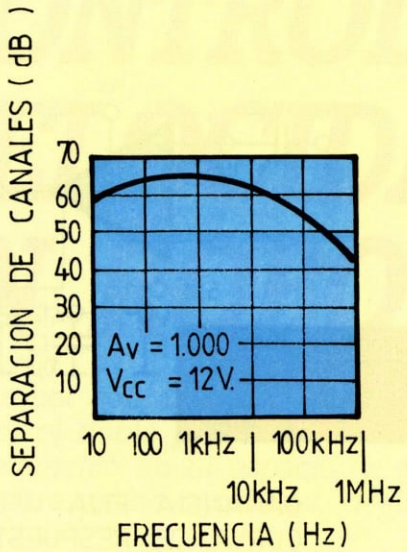

*Tensión de la salida, pico a pico, en función de la frecuencia.*



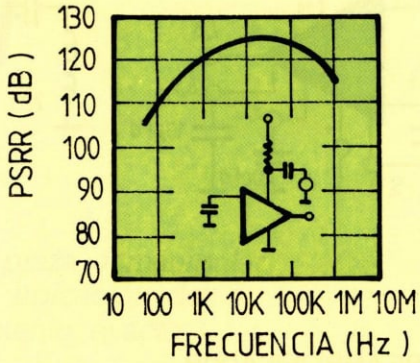

*Corriente en función de la tensión de alimentación.*



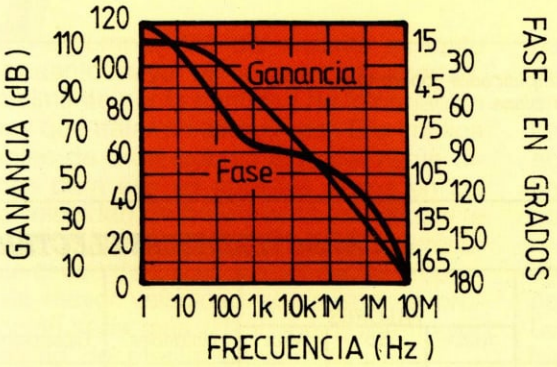

*Porcentaje de distorsión en función de la frecuencia.*



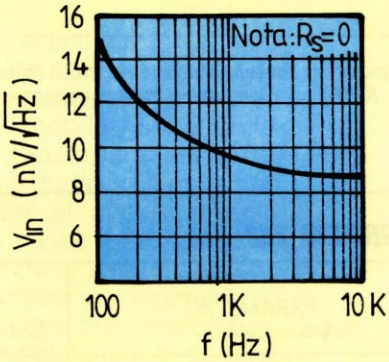

*Separación entre canales en función de la frecuencia.*



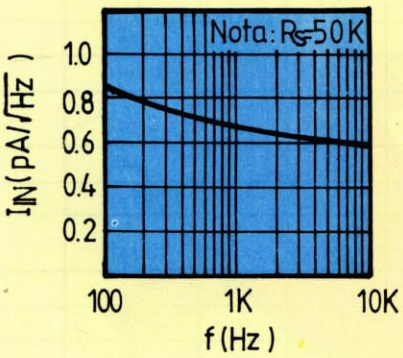

*Rechazo al ruido de alimentación (PSRR) en función de la frecuencia.*



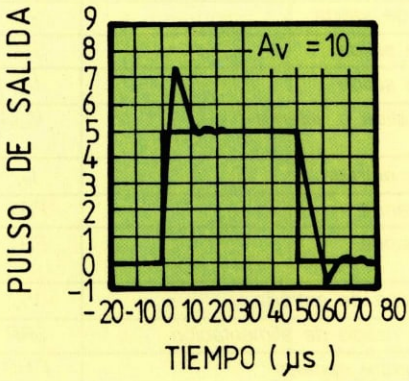

*Ganancia en función de la frecuencia.*



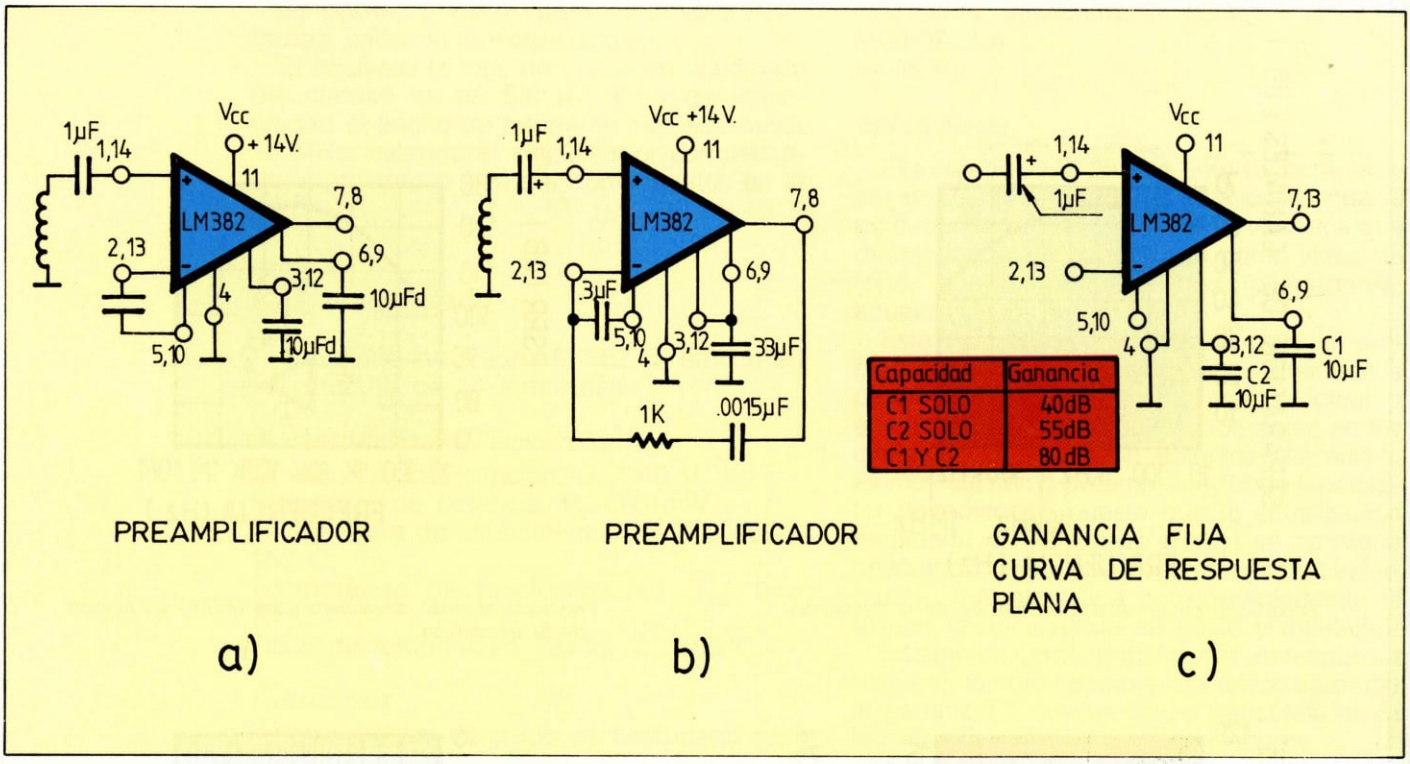

*Tensión de ruido en función de la frecuencia.*




*Corriente de ruido en función de la frecuencia.*




*Pulso de salida en función del tiempo.*




*Aplicaciones típicas: a) Preamplificador de cinta (compensación NAB). b) Preamplificador fonográfico (compensación RIAA). c) Configuración con ganancia no regulable y respuesta plana.*

**C. INTEGRADO 382** — **CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

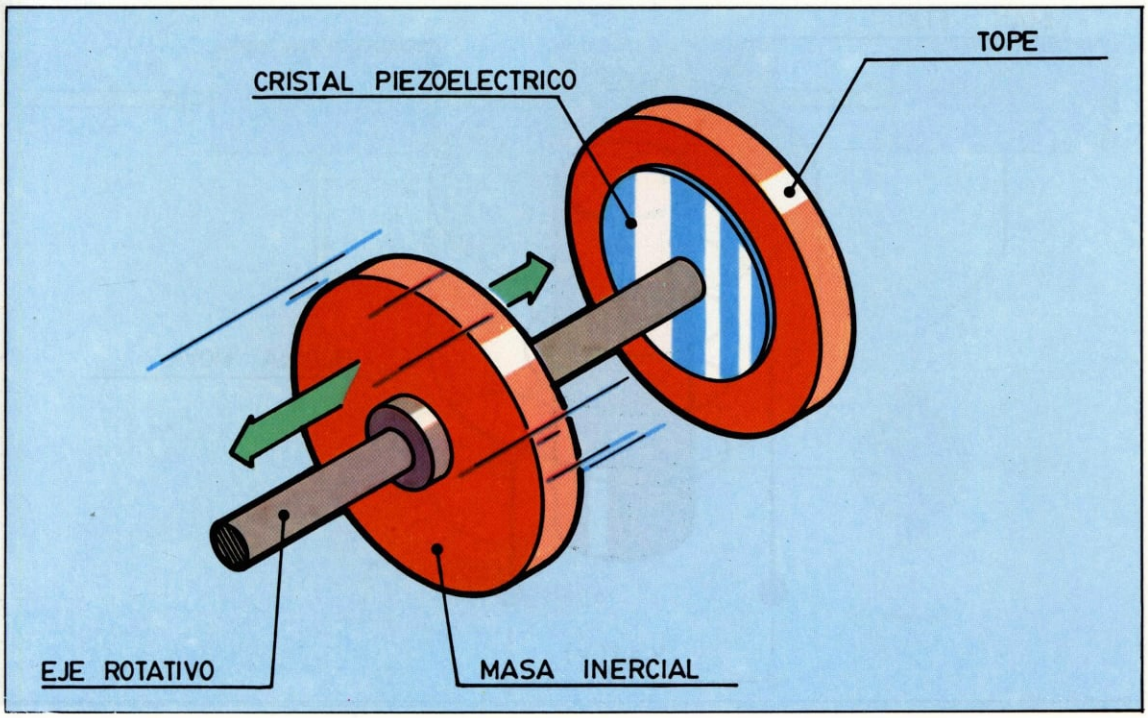
| PARAMETRO Denominación | Símbolo | Condiciones de medida | VALORES Mín. | Tip. | Máx. | Unidades | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensión de alimentación | $V_{CC}$ | Alimentación simple | 9 | — | 40 | V | |
| Corriente consumida | $I_{CC}$ | $V_{CC}$ = 9 V a 40 V<br>RL = ∞ | — | 10 | 16 | mA | |
| Ganancia de voltaje | $A_V$ | F = 100 Hz<br>lazo abierto | — | 100.000 | — | V/V | |
| Voltaje salida c.c. | $V_O$ | — | — | 6 | — | V | |
| Resistencia de entrada | — | Entrada positiva | — | 100 | — | kΩ | |
| Resistencia de entrada | — | Entrada negativa | — | 200 | — | kΩ | |
| Resistencia de salida | — | Lazo abierto | — | 150 | — | Ω | |
| Corriente de salida | $I_{OS}$ | Fuente | — | 8 | — | mA | |
| Corriente de salida | $I_{OR}$ | Drenaje | — | 2 | — | mA | |
| Voltaje de salida c. alterna | $V_{OS}$ | $R_L$ = 10 kΩ<br>Pico a pico | — | 12 | — | V | |
| Corriente de entrada | $I_{IN}$ | Entrada negativa | — | 0,5 | — | µA | |
| Ancho de banda | $PB_W$ | $A_V$ = 1 | — | 15 | — | MHz | |
| Ancho de banda | $PB_W$ | $V_{CC}$ = 24 V.<br>$V_{OS}$ = 20 $V_{PP}$ | — | 75 | — | $KH_z$ | |
| Máxima tensión de entrada | $V_{IN}$ | Funcionamiento lineal | — | — | 300 | $m_{Vrms}$ | |
| Rechazo de rizado de alimentación | SRR | F = 1 kHz | — | 120 | — | dB | |
| Separación entre canales | CHS | F = 1 kHz | 40 | 60 | — | dB | |
| Distorsión armónica | THD | F = 1 kHz | — | 0,1 | 0,3 | % | |
| Ruido equivalente en la entrada | — | RS = 600 Ω | — | 0,8 | 1,2 | $MV_{rms}$ | |
| Potencia disipada | $P_t$ | $T_{amb}$ = 25 °C | — | | 715 | mV | |

# CONTROL DE VELOCIDAD EN UN ROBOT

*En un robot con n grados de libertad, la captura de la pieza a manipular presenta el doble problema de conocer, por un lado, la ubicación de dicho elemento en el espacio, y, por otro, el posicionamiento exacto de la garra, mano o cabezal, destinado a aprehenderla.*

La complejidad del sistema es tanto mayor cuanto mayor es su grado de libertad, especialmente por la cantidad de información que hay que tratar en tiempo real. Ello implica el empleo de ordenadores especialmente diseñados para ello en aquellos casos en los que la velocidad de movimiento es crítica y la cantidad de la información a tratar numerosa; aunque el uso de circuitos analógicos proporcionaría mayor velocidad al sistema, la programación sería más difícil, y el coste mayor a igualdad de prestaciones.

El posicionamiento de la garra se determina mediante sensores adecuados, generalmente de velocidad o de posición, actuando en unas ocasiones independientemente y en otras en conjunción. Cuando la velocidad del actuador es regular y exacta, la medida del tiempo nos proporciona toda la información necesaria para conocer el desplazamiento realizado. Pero en los casos más normales, en los que la velocidad de arranque y parada no es igual a la velocidad de régimen, se usan sensores de posición, bien analógicos, bien digitales, que proporcionan al sistema de control las indicaciones precisas para cal-

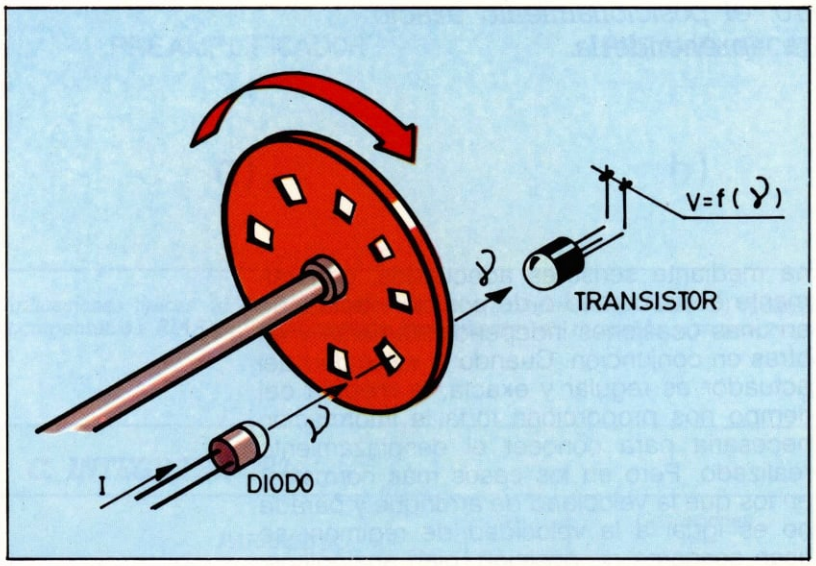



*Acelerómetro o transductor de velocidad; este circuito está basado en las cualidades piezoeléctricas de algunos minerales.*

cular la posición de la garra, y en consecuencia el desplazamiento necesario para llevarla al punto de destino elegido.

Independientemente del ordenador de control, y por consiguiente de sus programas, los cuales se destinan a las funciones de mayor complejidad, los sistemas que deben emplearse en cada actuador empleado por el robot son los de control realimentado. Generalmente, el ordenador transmite una orden de posicionamiento para cada actuador, y solamente recibe la señal de posicionado correcto cuando éste ya se ha realizado; de esta forma se disminuye notablemente el tiempo de funcionamiento de esta sección de la máquina, pudiendo emplearse para ejecutar otras órdenes pendientes, o completar cálculos no finalizados, acelerando, en suma, la velocidad de funcionamiento del conjunto.

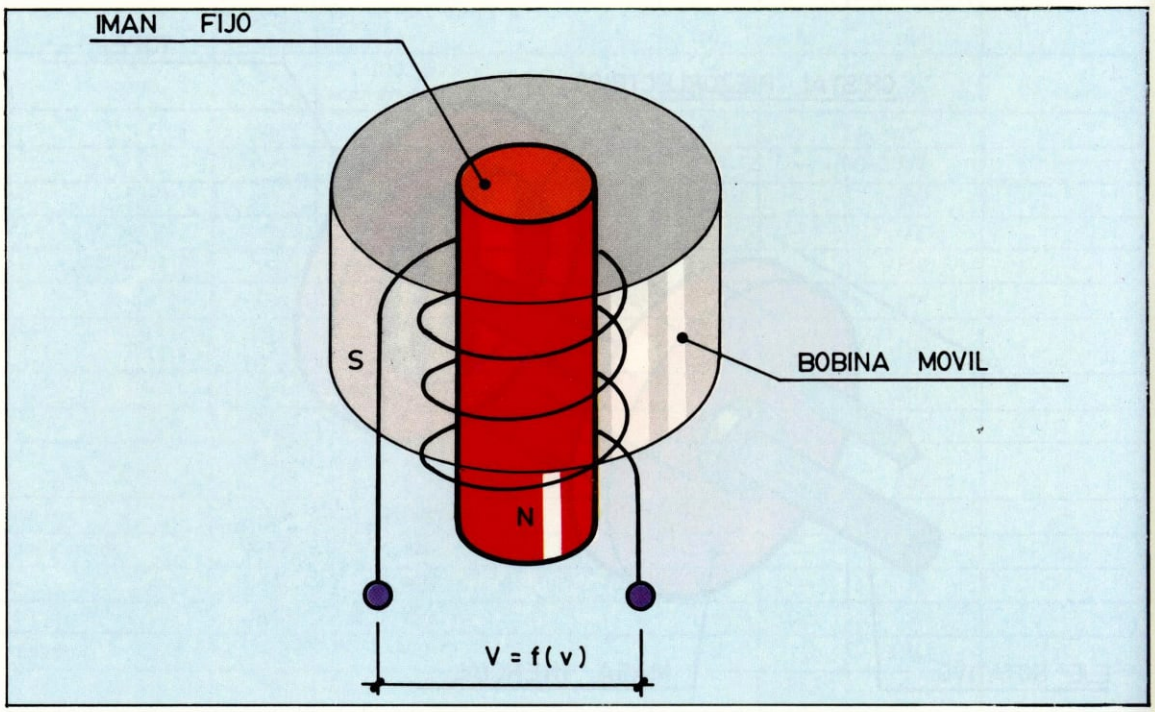
*Contador óptico; el número de pulsos por segundo es proporcional a la velocidad de rotación del eje.*




## El control de los motores

Aunque los motores paso a paso, vistos en anteriores capítulos, representan un gran avance en este campo, por cuanto no es preciso controlarlos con un sistema en bucle cerrado, son generalmente costosos, y su potencia es también limitada, por lo que se emplean muy frecuentemente otros tipos de motores eléctricos, tanto de corriente alterna como de corriente continua.

El control par/velocidad en los motores de corriente alterna se efectúa normalmente alterando el número de pares polares que lo componen. Cuando la velocidad es constante para un determinado par polar, y en el caso de que ésta deba ser alterada de forma continua, se emplean motores de rotor bobinado; mediante el control de voltaje aplicado al mismo se regula la velocidad de funcionamiento dentro de los márgenes permitidos por la frecuencia de la red, que en toda Europa es de 50 cps (Hz), lo que se traduce en 3.000 rpm. Este tipo de motores presenta un deslizamiento, determinado en gran manera por la carga acoplada, y la velocidad límite es generalmente menor, entre un 5 y un 10 % de la nominal. Existe otro método para variar la velocidad de los motores de c.a., y es modificando la frecuencia de la tensión de alimentación; este tipo de control se emplea cuando la velocidad de funcionamiento requerida es mayor que 3.000 rpm, pero necesita un siste-




*Sensor de velocidad, también denominado acelerómetro; su funcionamiento es similar al de una dinamo.*

ma de control de frecuencia en alta potencia muy costoso, lo que disminuye su uso, puesto que también los materiales de construcción de motor deben ser especiales.

La regulación de la velocidad en los motores de corriente continua es más sencilla, puesto que ésta depende de flujo, del número de polos y la de la carga fundamentalmente, pudiendo mantenerla constante (la velocidad) mediante un sistema de realimentación en bucle cerrado. Este sistema es generalmente más económico que el control de frecuencia, y responde con la suficiente rapidez en caso de alteración de la carga, posibilitando el mantenimiento de la velocidad del sistema dentro de márgenes menores incluso que los conseguidos mediante la regulación de frecuencia.

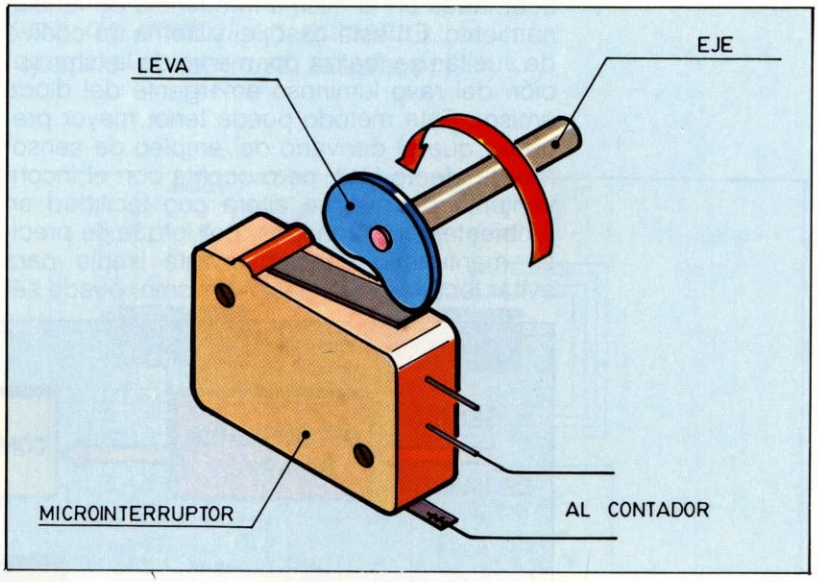
## Los transductores

Los elementos transductores empleados para el control pueden ser optoelectrónicos, eléctricos o electromecánicos. Entre los transductores o sensores electromecánicos se cuentan los acelerómetros, que constan de un cristal piezoeléctrico, el cual es comprimido por una pieza de elevada masa, que a su vez es desplazada por la fuerza centrífuga del motor; dicha masa experimenta una traslación hacia el exterior del eje, proporcional a la velocidad de giro del mismo, comprimiendo el cristal, y éste genera una cantidad de energía eléctrica proporcional a la fuerza de compresión.

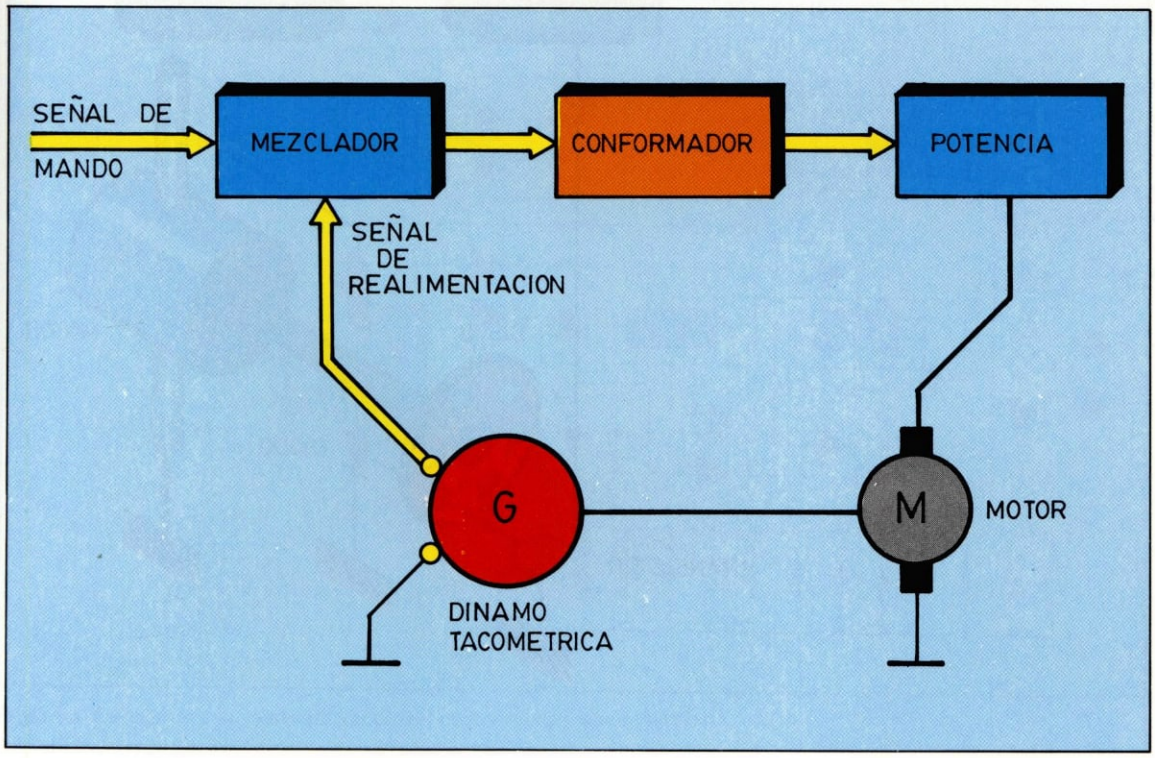
Dentro de este tipo de transductores de vibración se cuentan los sensores de velocidad, que constan de un imán y una bobina; el desplazamiento relativo del imán sobre la bobina genera una corriente inducida de valor proporcional a la velocidad del movimiento. Cuando el movimiento es rotativo, este sensor es una dinamo tacométrica.

En los motores de corriente continua la medida de sus parámetros de funcionamiento puede realizarse con bastante aproximación conociendo la corriente consumida y el voltaje en los bornes, así como la caída interna de tensión.

Otro sistema muy utilizado para controlar la velocidad de rotación de los ejes es el basado en el empleo de sensores de efecto *Hall*.




*Contador de rotación basado en microinterruptores; cada pulso equivale a una vuelta completa.*




*Funcionamiento de un control de velocidad en bucle cerrado con una dinamo tacométrica como elemento de realimentación.*

Estos sensores generan un pequeño potencial eléctrico cuando son atravesados perpendicularmente por las líneas de fuerza de un flujo magnético, por lo cual es suficiente instalar un imán permanente en uno de los lados del eje del motor; éste induce a cada vuelta un impulso eléctrico en el sensor *Hall,* el número de impulsos es contabilizado temporalmente y de esta manera se conoce la velocidad de rotación de dicho eje, así como su posición, lo cual se utiliza cuando se desea convertir los movimientos de rotación en traslaciones lineales o angulares.

Los sensores optoelectrónicos, utilizados en casos similares a los anteriores, emplean generalmente diodos emisores y receptores, es decir, Leds y fotodiodos o fototransistores, acoplados en la misma frecuencia de funcionamiento. En este caso, el sistema de conteo de vueltas se realiza por medio de la interrupción del rayo luminoso emergente del diodo emisor. Este método puede tener mayor precisión que el derivado del empleo de sensores de efecto *Hall,* pero cuenta con el inconveniente de que se altera con facilidad en ambientes polucionados, por lo que es preciso mantenerlo constantemente limpio para evitar lecturas erróneas. Asimismo, puede ser alterado por radiaciones luminosas cuya longitud de onda no sea visible para el ojo humano como es el calor, por ejemplo, y la luz ultravioleta, lo que conlleva a utilizarlos con muchas precauciones en todos los casos.

La lista de elementos de control de velocidad no debe concluirse sin mencionar los interruptores. Siendo de uso común, cumplen de forma primaria la misma función que los sensores optoelectrónicos y de efecto *Hall,* por lo que son los elementos empleados originalmente para realizar los conteos; sin embargo, tienen el grave inconveniente de ser mucho más lentos, ya que las sobrecorrientes producidas en la apertura y cierre de los contactos alteran la lectura a altas velocidades. Asimismo, su vida media es muy limitada por lo que hay que cambiarlos con mucha frecuencia, especialmente si los comparamos con otro tipo cualquiera de sensores, puesto que, por un lado, la chispa degrada los contactos, y, por otro, el continuo movimiento de las láminas acaba por romperlas, y además la parte en contacto con el eje se desgasta, en tanto que en los sensores de inducción y en los ópticos eso no es posible, al carecer de partes móviles en contacto, por lo que el rozamiento es nulo.

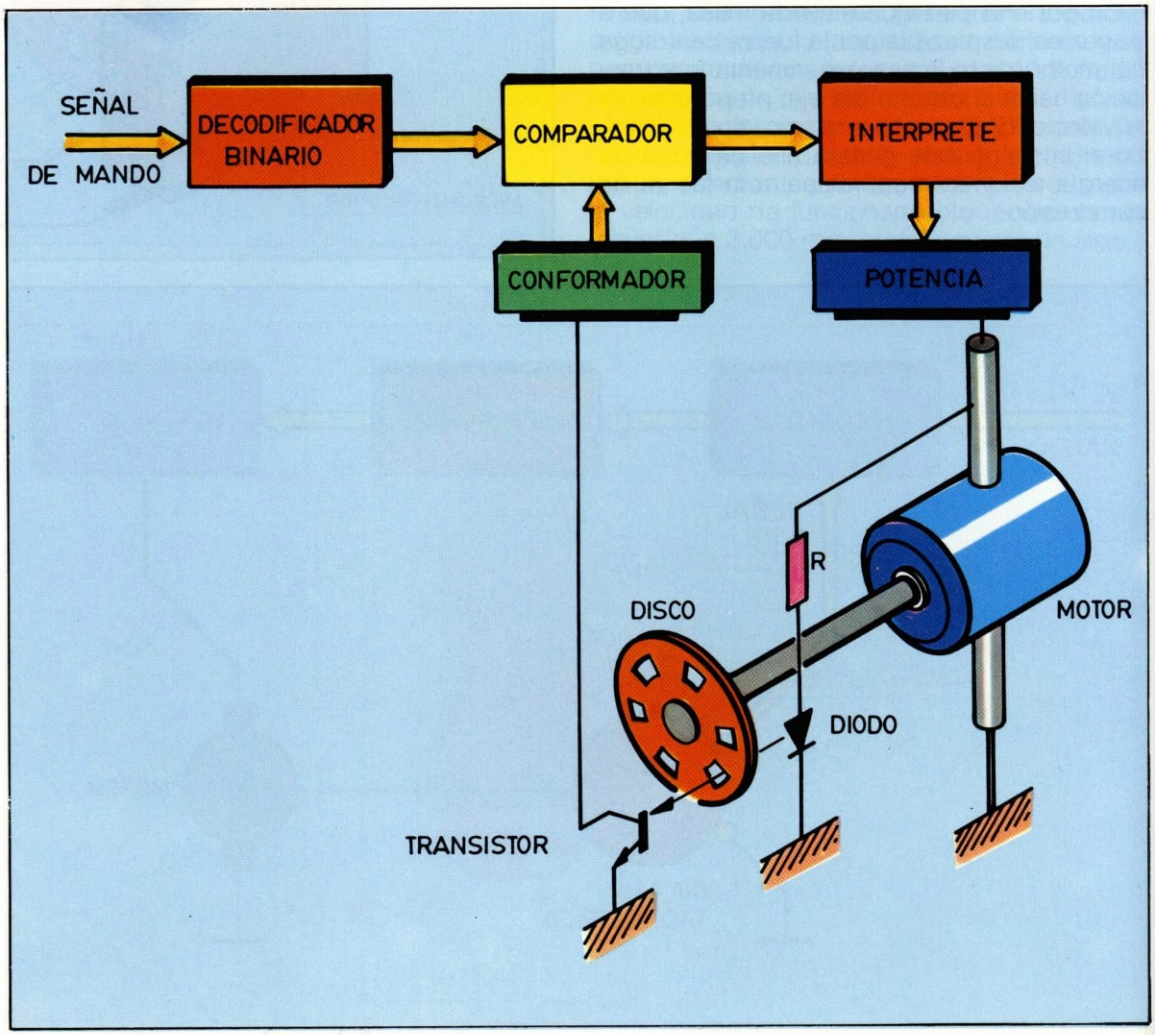


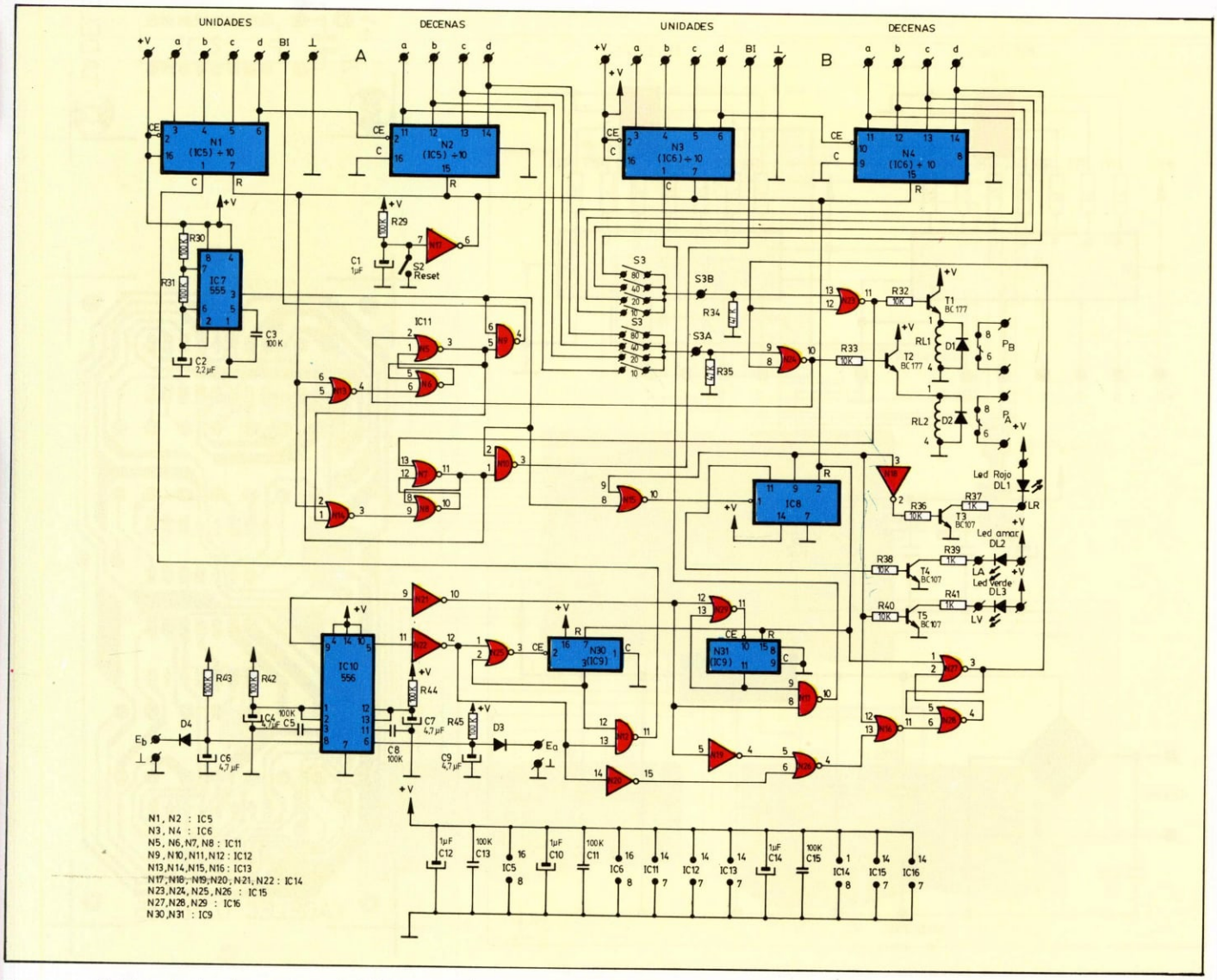

*Diagrama de un servocontrol, cuyo elemento de realimentación está basado en un contador digital.*

# CUENTAVUELTAS PROGRAMABLE

MONTAJE

**DIFICULTAD:** ☆☆
**COSTO:** ○○
**TIEMPO:** □□

*Cuántas veces los aficionados a las carreras de bólidos en miniatura no han echado de menos un cuentavueltas electrónico. Este equipo colmará de satisfacción a todos ellos, ya que cuenta con muchas funciones, de forma que podríamos decir que es una torre de control en miniatura. Si además le gusta la electrónica, con este aparato conseguirá satisfacer ambas aficiones.*



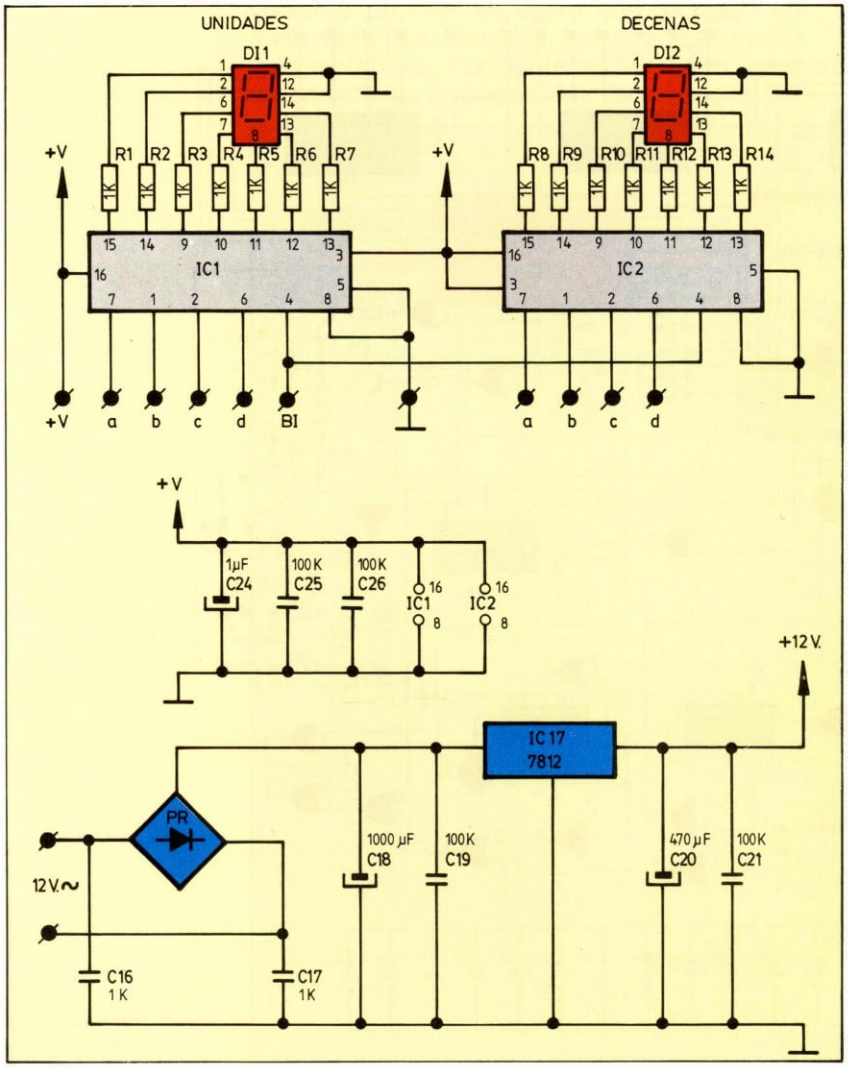

*Esquema eléctrico de la placa principal del cuentavueltas programable*

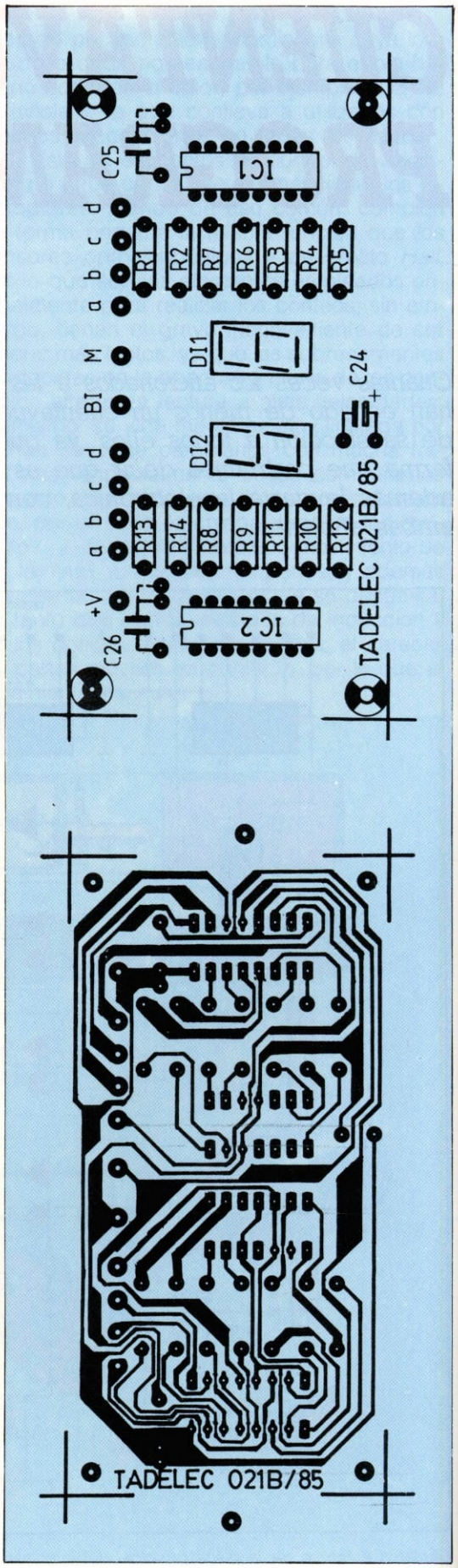
## Descripción del equipo

El equipo que pasamos a describir está preparado para alimentación directa de red, tanto de 220 como de 125 V, simplemente poniendo el conmutador en la posición adecuada. Para encenderlo utilizamos un interruptor miniatura.

Las funciones que incorpora son bastante numerosas:

1. Pulsador de inicio de carrera, que arranca el semáforo de salida y pone a cero los visualizadores.
2. Regulación de un semáforo para el inicio de la carrera, de forma que una salida en falso desconecta la alimentación.
3. En caso de salida en falso también parpadean los visualizadores que indican el número de vueltas.
4. Representación independiente del número de vueltas de cada corredor.
5. Programación del número de vueltas de la carrera, de forma que al finalizar la mis-




*Esquemas eléctricos de la placa de representación visual y de la fuente de alimentación del equipo, que va incluida en la placa principal.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14 1K 1/4 W.

*CONDENSADORES*

C24 - 1 µF tántalo.
C25, C26 - 100 nF poliéster.

*SEMICONDUCTORES*

DI1, DI2 - Displays de 7 segmentos MAN74A.
IC1, IC2 - Integrados 4511.

*VARIOS*

2 zócalos de 16 patillas.
2 zócalos de 14 patillas altos (wire-wrap).
11 terminales de espadín.
4 separadores de 12 mm.
4 tornillos de 5 mm.
4 tornillos avellanados de 5 mm.

## CIRCUITO TO21/85

*RESISTENCIAS*

R37, R38, R41 1K 1/4 W.
R32, R33, R36, R38, R40 10K 1/4 W.
R29, R30, R31, R42, R43, R44, R45 100K 1/4 W.
R34, R35 47K 1/4 W.

*CONDENSADORES 2,2 µF TANTALO*

C2, C4, C6, C7, C9 - 4,4 µF tántalo.
C1, C10, C12, C14 - 1 µF tántalo.
C3, C5, C8, C11, C13, C15, C19, C21 - 100 nF poliéster.
C16, C17 - 1K poliéster.
C18 - 1.000 µF/25 V electrolítico.
C20 - 470 µF/25 V electrolítico.

*SEMICONDUCTORES*

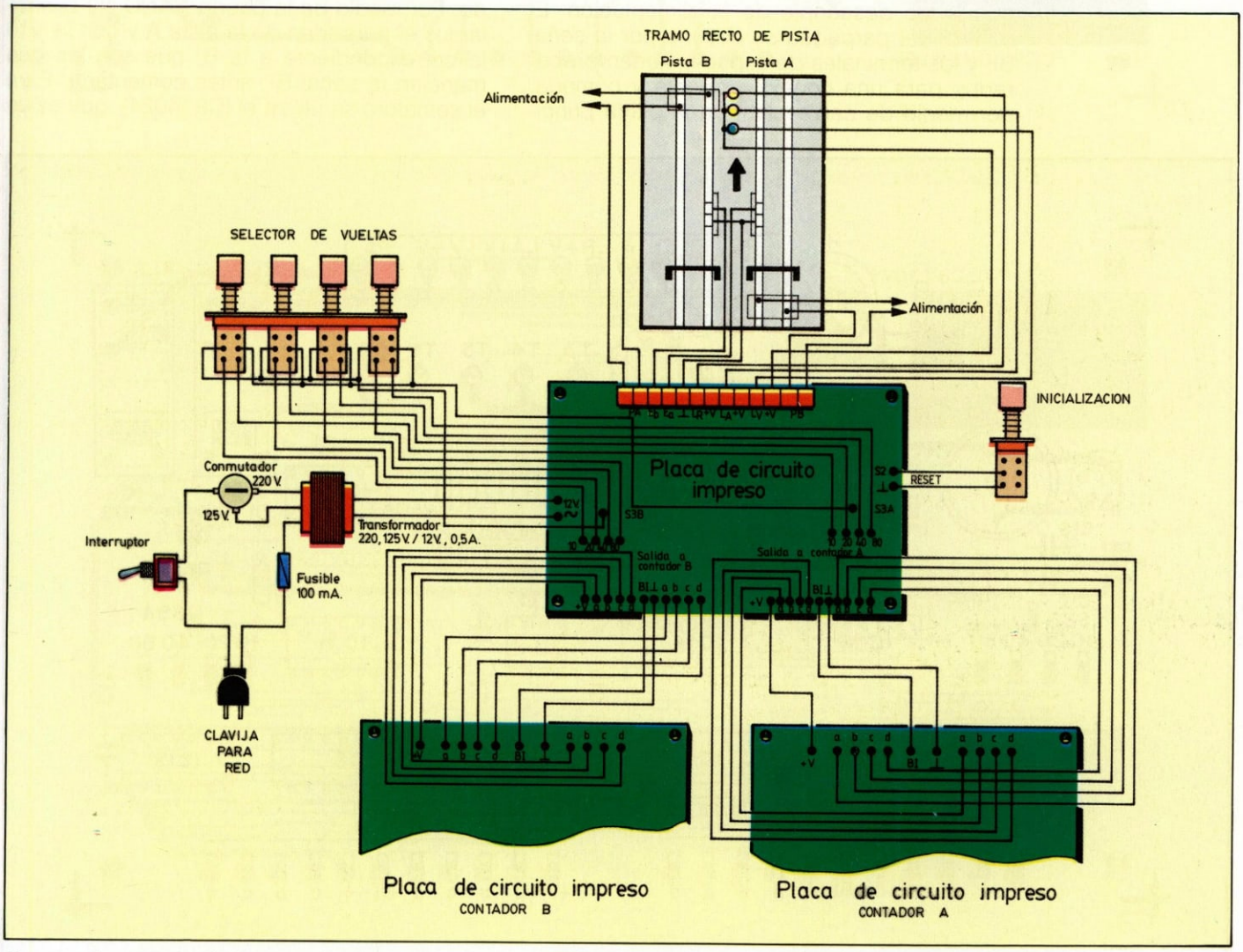
PR - Puente rectificador B250C1000.
D1, D2, D3, D4 - Diodos 1N4148.
T1, T2 - Transistores PNP BC177 metálicos.
T3, T4, T5 - Transistores NPN BC107 metálicos.
DL1 - Diodo Led rojo de 5 mm de diámetro.
DL2 - Diodo Led amarillo de 5 mm de diámetro.
DL3 - Diodo Led verde de 5 mm de diámetro.
IC5, IC6, IC9 - Integrados 4518.
IC7 - Integrado 555.
IC10 - Integrado 556.
IC8 - Integrado 4024.
IC11, IC13, IC15, IC16 - Integrados 4001.
IC12 - Integrado 4011.
IC14 - Integrado 4049.
IC17 - Integrado 7812.

*VARIOS*

1 zócalo de ocho patillas.
7 zócalos de 14 patillas.
4 zócalos de 16 patillas.
2 relés de un contacto conmutado de 12 V.
36 terminales de espadín.
1 clema de 13 contactos para circuito impreso.
4 separadores de 10 mm.
8 tornillos de 5 mm.
1 refrigerador pequeño para encapsulado TO-220.
1 tornillo 10 mm. con tuerca.

*COMPONENTES VARIOS DEL EQUIPO*

1 interruptor miniatura.
S2 - Conmutador de dos posiciones, dos contactos.
S3 - 4 conmutadores relacionados con exclusión mutua, de dos posiciones, dos contactos.
1 transformador de 220 ó 125 V/12 V, 0,5 A.
1 portafusibles para panel.
1 fusible 100 mA.
1 conmutador de red 125/220 V.
3 gomas pasacables.
1 caja Minibox RM762 (RETEX).
4 separadores de 12 mm.
4 tornillos avellanados 20 mm con tuercas.
2 tornillos M4 × 15 mm con tuercas.
50 cm de cable plano de 15 conexiones.
4 m de cable de 0,5 mm de diámetro.
1 m de cable de 1 mm de diámetro




*Esquema de conexionado de las distintas partes del equipo y una posibilidad de conexión del semáforo y pistas al aparato.*

ma se desconecta la alimentación del corredor que haya acabado.

6. Posibilidad de anular la función anterior.

7. Representación intermitente del ganador cuando se ha programado el número de vueltas.

## Circuito de visualización

Como se quiere llevar una visualización del número de vueltas de cada corredor, utilizaremos dos placas idénticas.

Desde el punto de vista electrónico es muy sencilla, ya que básicamente cada tarjeta consta de dos decodificadores de decimal codificado en binario (BCD) a representación en visualizador de 7 segmentos, que son IC1 e IC2 (4511) y que son atacados por un contador de tecnología CMOS. Por medio de las resistencias, todas de 1 K, conectamos los segmentos de los visualizadores DI1 y DI2 (MAN374) de cátodo común.

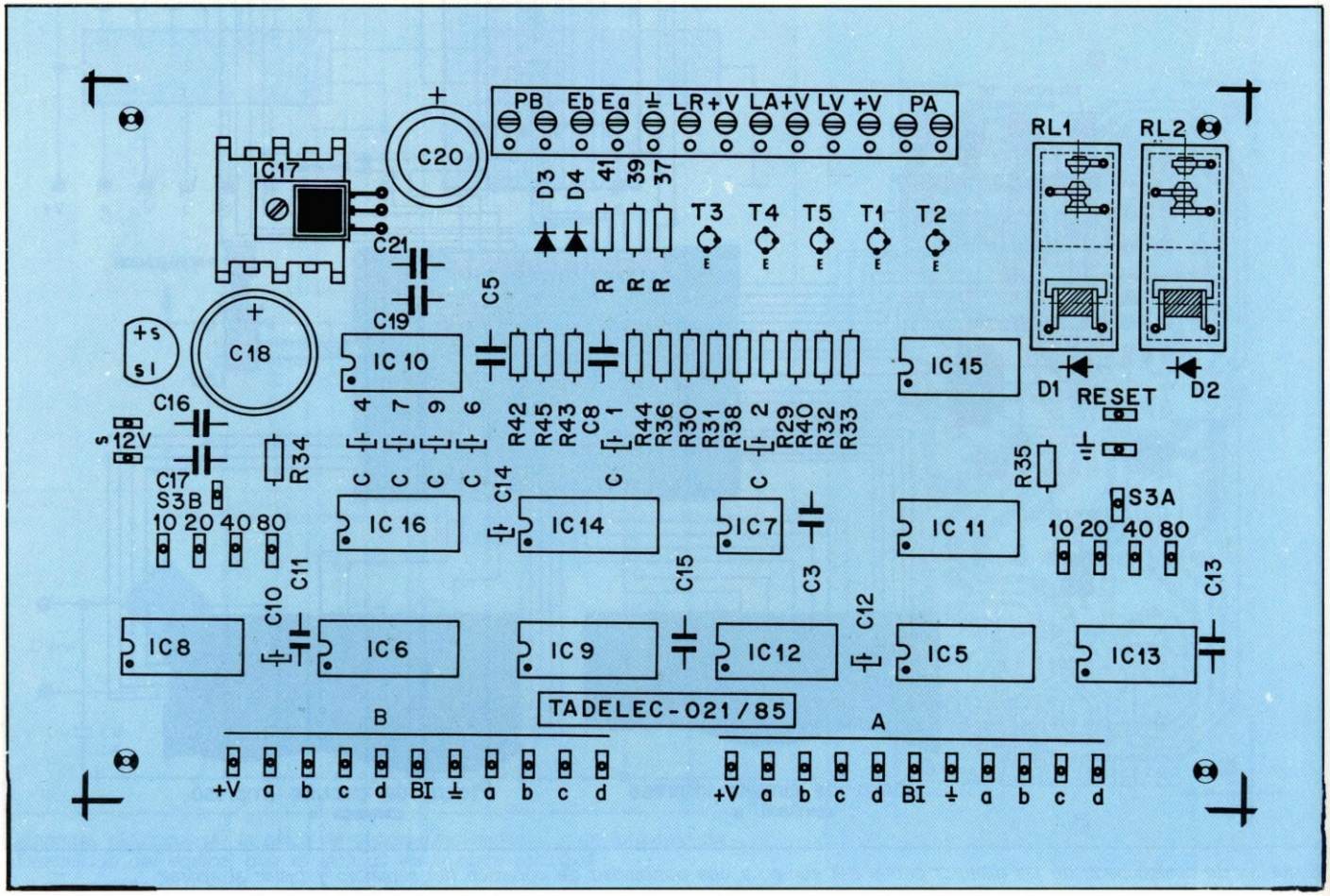
Los condensadores no cumplen otra misión que la de desacoplo de la alimentación. El control del parpadeo se obtiene por la señal BI; y los terminales de espadín vienen preparados para una conexión directa y cómoda, por medio de cable plano, a la placa principal de doble cara, donde está toda la lógica de control.

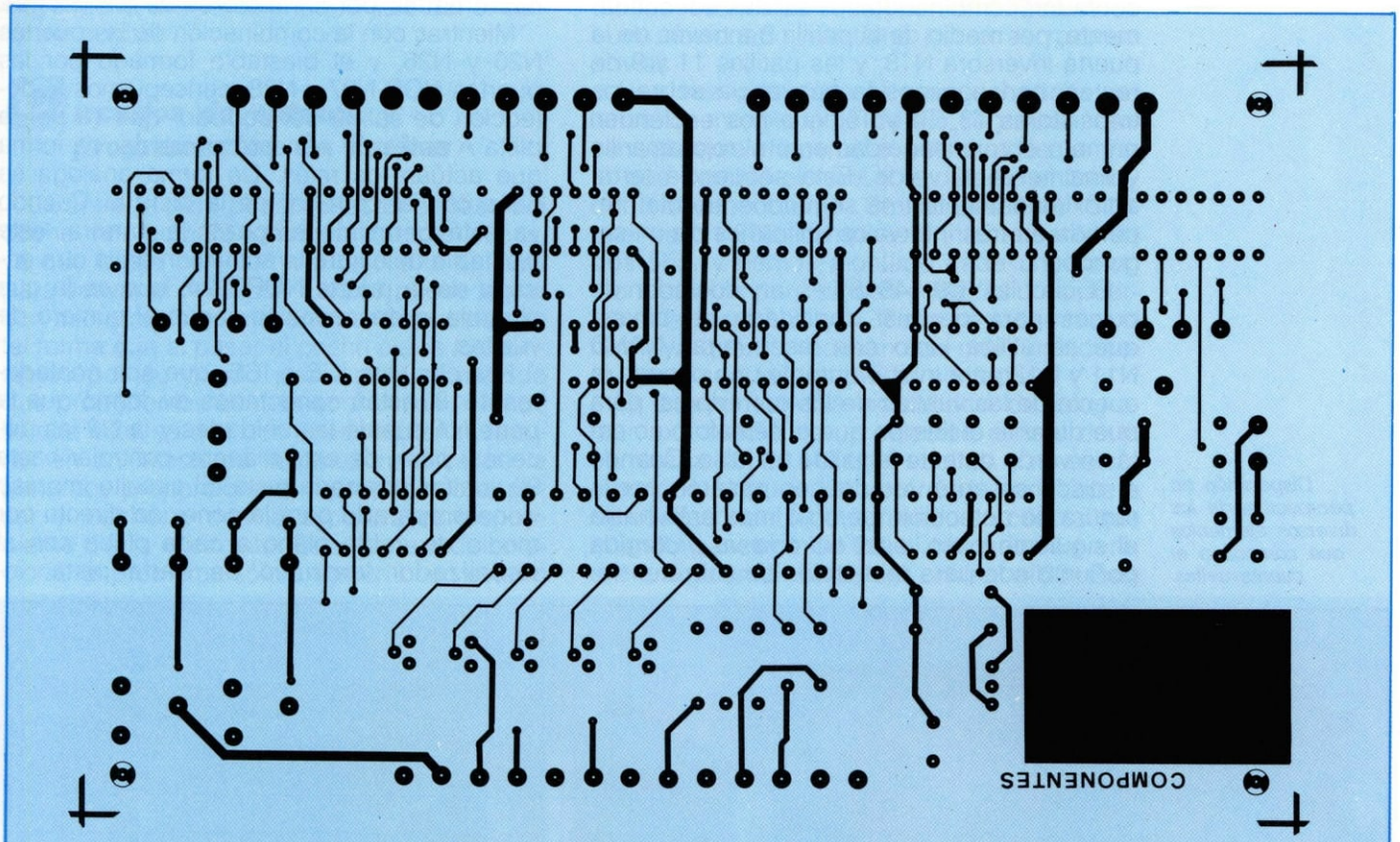
## Circuito de control

Toda la lógica de control del aparato se hace con circuitos CMOS, por su bajo consumo y pocas exigencias con la alimentación; se podría haber hecho igual con puertas y contadores TTL, pero el equipo consumiría más y la alimentación sería mucho más exigente.

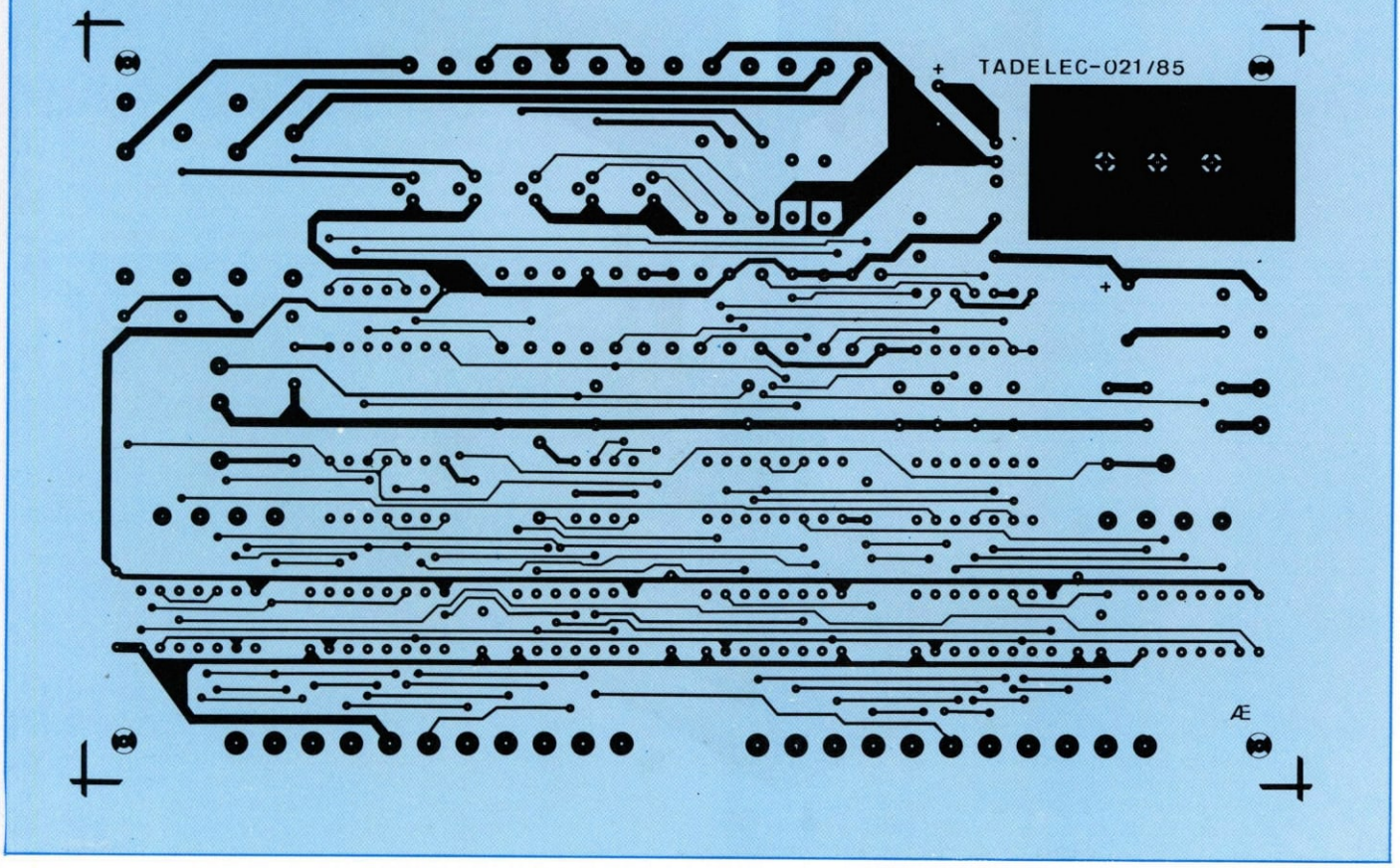
Debido a estas razones, hemos alimentado la placa por medio de un transformador de 12 V, 0,5 A, el cual nos da una tensión que rectificamos por medio de PR. Después filtramos con C18 y C19, este último para radiofrecuencias, obteniendo así la entrada al regulador 7812 (IC17) y de su salida la tensión continua necesaria sobre los últimos condensadores C20 y C21 de filtraje.

Todas las intermitencias y el control del semáforo se obtienen a partir del IC7 (555), que actúa como un oscilador de onda cuadrada, de un período aproximado de 1/3 de segundo. Por medio de la puerta NAND N9 controlamos el parpadeo de la pista A y con la N10 la correspondiente a la B, que son las que manejan la señal BI, antes comentada. Para el semáforo se utiliza el IC8 (4024), que es un






*Pistas del circuito impreso a doble cara de la placa de control del cuentavueltas programable para SCALEXTRIC.*



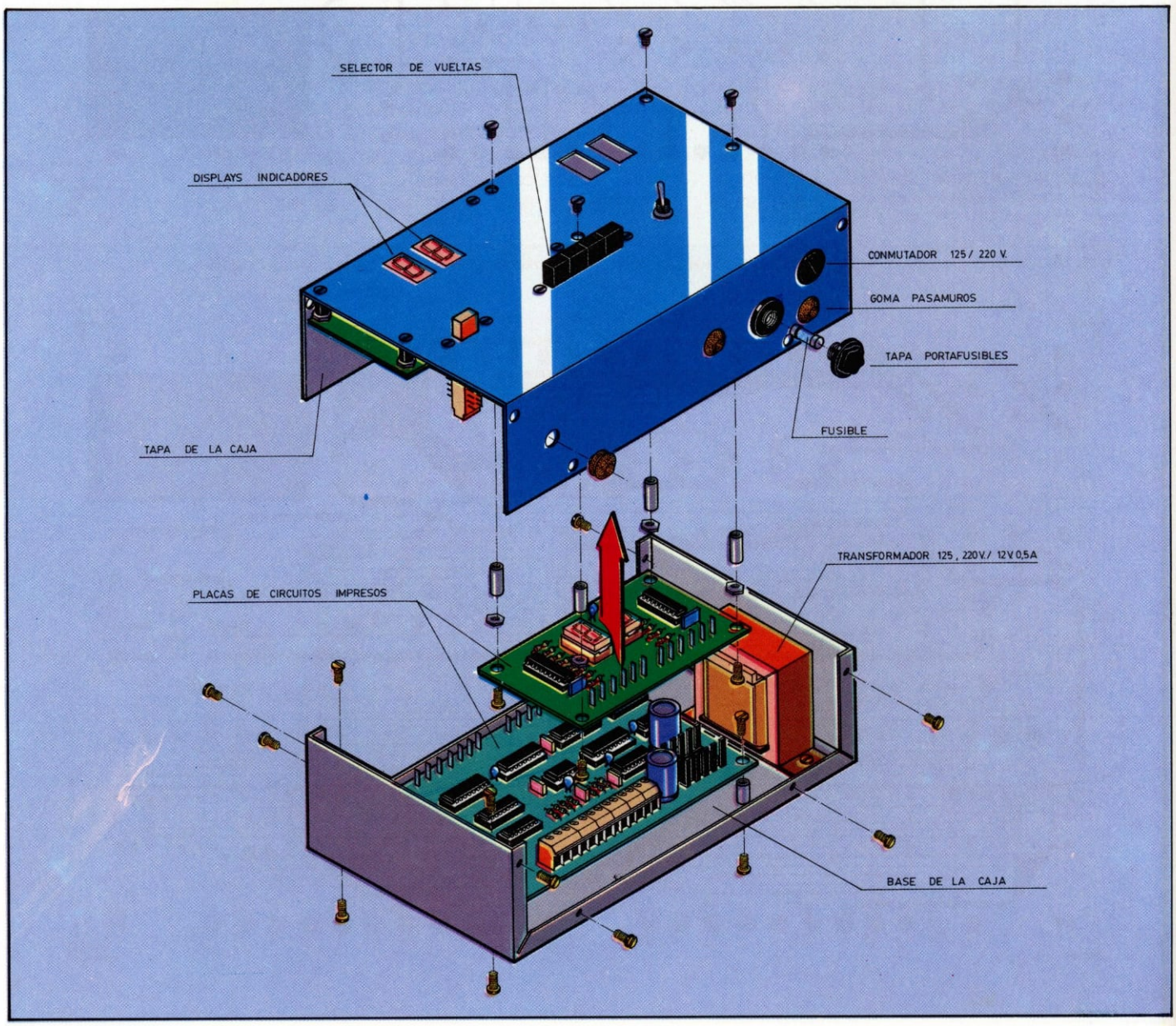
contador; combinando sus salidas adecuadamente, por medio de la patilla 9 a través de la puerta inversora N18, y las patillas 11 y 9 directas, conseguimos la secuencia sobre los transistores T3, T4 y T5, que nos encienden primero el rojo, seguidamente el rojo-amarillo y finalmente el verde. Esta secuencia tarda aproximadamente tres segundos en total, repartida en tres intervalos uniformes de un segundo.

El circuito IC9 (4518) es un contador de pulsos para decimal codificado en binario que se utiliza junto con las puertas NAND N11 y N12 para inhibir durante una pasada la cuenta de las vueltas de los corredores, para que durante el tiempo que el semáforo no está en verde detecte la salida en falso. Cuando el disco se abre, los coches pasarán por la ranura de detección, pero no marcarán hasta el siguiente paso; esta entrada va protegida por un diodo para protección de sobretensiones creadas por los motores de los coches.

Mientras con la combinación de las puertas N20 y N26, y el biestable formado por las puertas NOR N27 y N28, conseguimos la detección de salida del corredor que va por la pista A antes de ponerse en verde, de forma que actúan los relés. De forma análoga se hace con el corredor de la pista B. Cuando ya está permitido empezar la carrera, este biestable deja libre la actuación de la otra entrada de la puerta NOR N24, que es la que controla la desconexión según el número de vueltas.

Los circuitos IC5 e IC6, que son contadores 4518, están conectados de forma que la parte N1 cuente las unidades y la N2 las decenas, para, de esta manera, controlar hasta 99 vueltas por cada pista. El circuito impreso viene preparado para la conexión directa por medio de cable plano a cada placa con el visualizador luminoso de cada pista, in-

*Disposición en perspectiva de los diversos elementos que componen el cuentavueltas.*



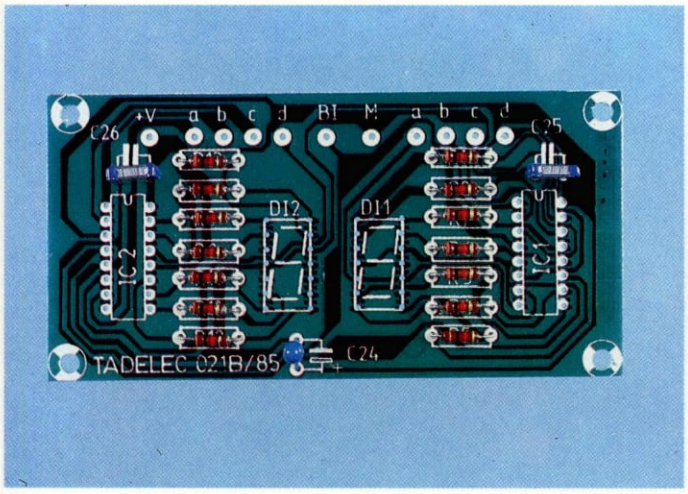
cluyendo la alimentación, que sale del circuito de control.

## Circuitos de entrada y programación de vueltas

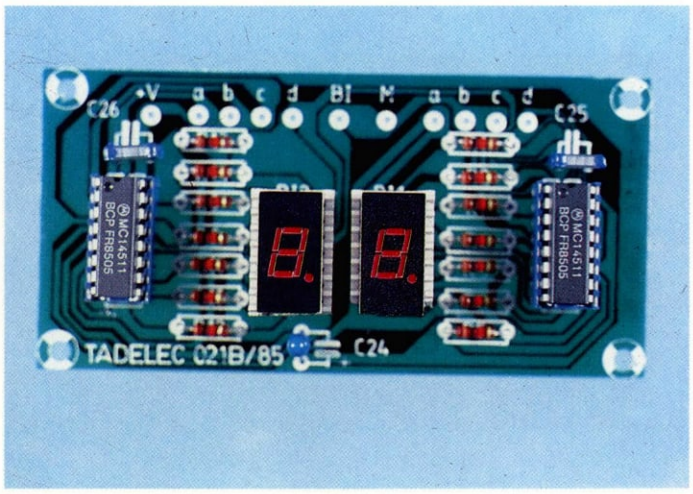
La entrada para poder detectar el paso del coche no requiere grandes características, ya que basta con un nivel bajo a la entrada para activar el contador. Esto se puede lograr con microrruptores mecánicos, dispuestos de tal forma que al pasar el coche cierre los contactos por su propio peso, pero el método que proponemos es más económico y sencillo que éste, ya que con unas pequeñas ranuras en un lateral de la parte metálica de la pista nos proporciona el mismo efecto al pasar el coche, y con la escobilla correspondiente cierra el circuito. Esta manera de solucionar el problema sólo exige un buen estado de las escobillas, que, por otro lado, todo buen aficionado mantiene por otras razones obvias.

Una vez detectado el paso del coche, se lanza un monoestable de 0,5 segundos, que es realmente el que da el pulso necesario para que cambie el nivel y lo detecte el contador correspondiente. Se ha usado el IC10, que es un 556, compuesto internamente de dos 555, y hemos montado cada uno como monoestable para ambas entradas. Las puertas inversoras N21 y N22 son para cambiar el nivel, ya que es necesario un nivel lógico cero para que lo detecte el contador.

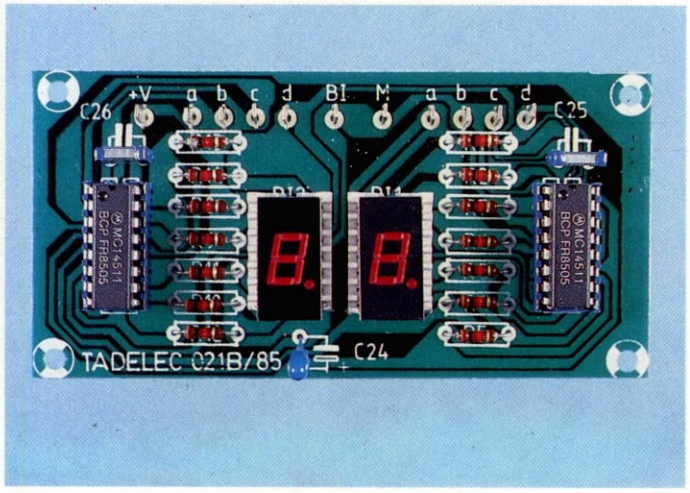
El equipo tiene la posibilidad de programar, por medio de un selector, el final de la carrera, a 10, 20, 40 u 80 vueltas, y no seleccionando ninguno, la carrera es a un número de vueltas indefinido, teniendo en cuenta que cuando pasemos de 99, el contador volverá, en la siguiente vuelta del coche, a 00. Esta



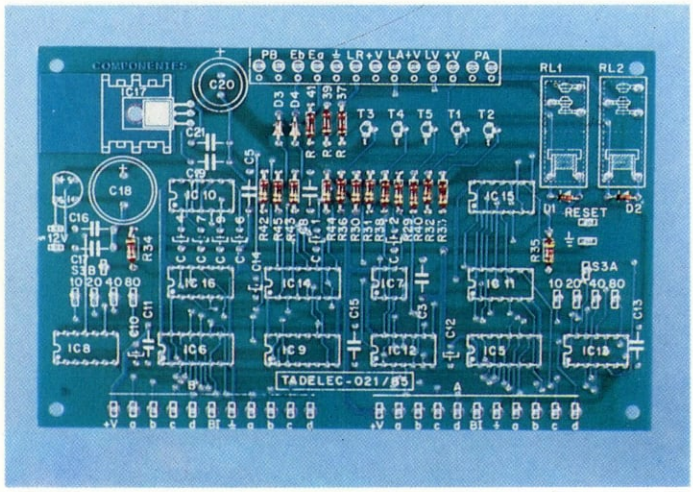

**1** *Una vez clasificados todos los componentes por familias, puede efectuarse la primera operación de montaje sobre el circuito impreso del visualizador de vueltas, insertando todas las resistencias sobre los lugares indicados por la serigrafía.*




**2** *Montaje de los zócalos, circuitos integrados y displays, según la orientación señalada en la serigrafía. La inserción de los circuitos integrados y displays sobre sus zócalos se hará con cuidado de no dañar las patillas.*




**3** *Montaje de los espadines, quedando de esta forma el montaje de la placa totalmente terminado y listo para después, mediante el cable plano, interconectar la placa con la principal. No olvidar que el equipo contiene dos placas de éstas.*




**4** *La primera operación de montaje sobre el circuito impreso de doble cara se puede realizar insertando todas las resistencias y diodos en los lugares indicados por la serigrafía. Tener cuidado con la posición de los diodos.*

programación se consigue sacando de la parte de las decenas la señal correspondiente de los circuitos IC5 e IC6, para atacar las puertas NOR N23 y N24 para cada pista, respectivamente, las cuales activan el relé de desconexión por medio de unos transistores.

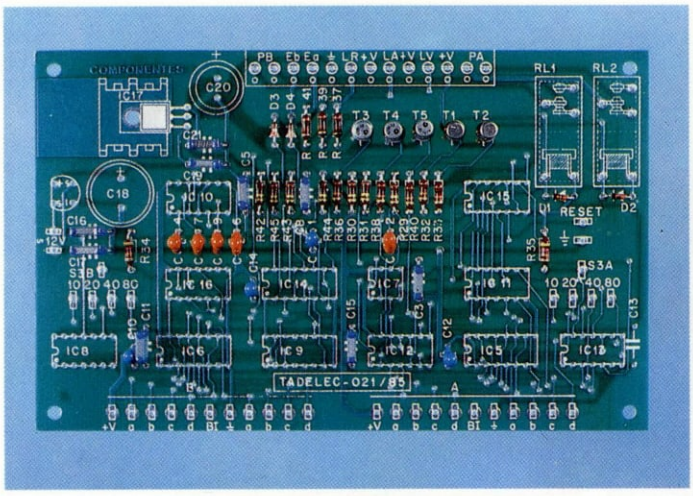
En caso de no usar los selectores, ninguna de estas funciones se hacen visibles en el aparato. Para inicializar el equipo está el pulsador S2 de comienzo, que manda una señal a todos los contadores y circuitos que necesitan inicialización para comenzar a funcionar correctamente; es lo que se llama en los contadores *la entrada de RESET.*

## Funcionamiento del aparato

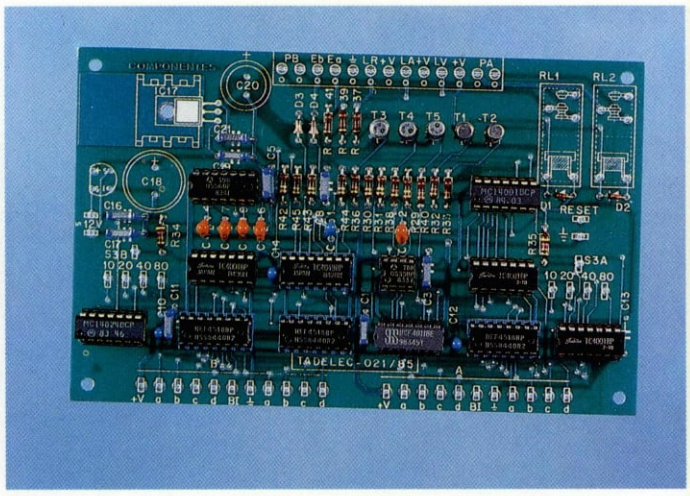
Una vez montado el equipo y conexionado tal y como indicamos en los dibujos, o de alguna otra forma equivalente, refiriéndonos en particular a los detectores utilizados, se enchufará a la red con el interruptor general en la posición de desconectado. Antes de encenderlo conviene tener pulsado el botón de inicio, ya que si no, puede haber un incorrecto comienzo de funcionamiento, sobre todo cuando empiezan a rebotar los relés.

A continuación comentamos unas normas que conviene seguir, para un mayor rendimiento y mejor funcionamiento del cuentavueltas.

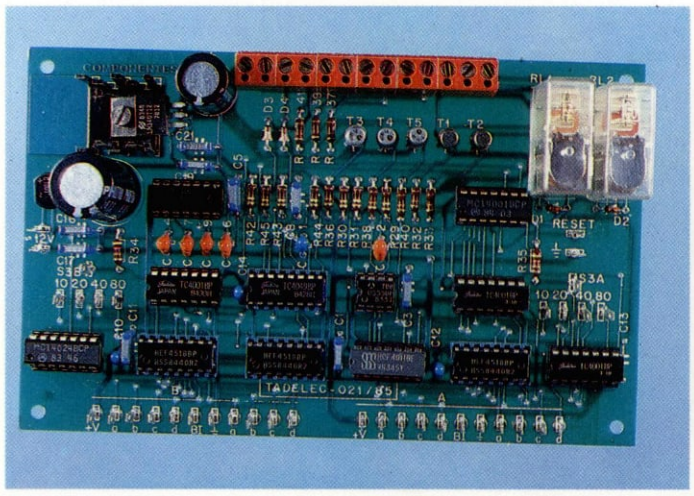
1. Para seleccionar el número de vueltas deseado para el final de la carrera, no tener nunca dos pulsadores activados a la vez, ya que habría una confusión con las señales.
2. Para comenzar la carrera, soltar el pulsador de inicio.
3. Esperar que el semáforo se ponga en verde antes de comenzar, ya que si no obtendríamos una salida en falso.



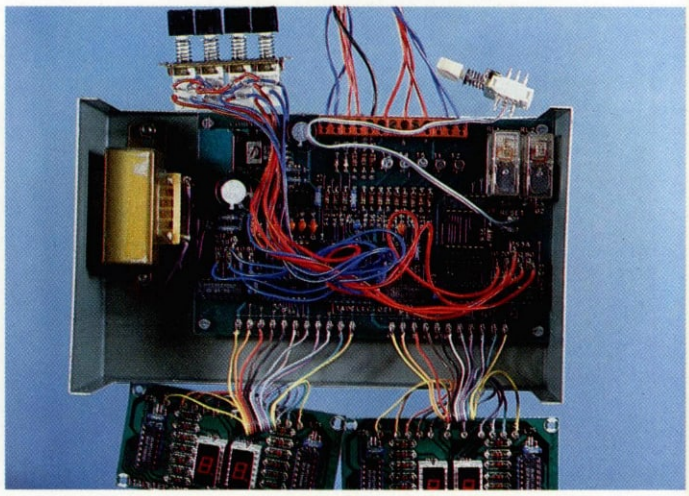

**5** *Seguidamente montamos los transistores, los condensadores de poliéster y los de tántalo; con estos últimos prestar atención a la polaridad. Los transistores hay que colocarlos en la posición correcta, indicada por la serigrafía.*




**6** *En este paso montamos los zócalos y los circuitos integrados, según la orientación indicada en la serigrafía. La inserción de los circuitos integrados sobre sus zócalos se hará con cuidado de no dañar las patillas y de no equivocarse, ya que hay un número elevado de los mismos.*




**9** *A continuación ponemos los espadines de conexión con los pulsadores, los de conexión con las placas de los visualizadores y el resto de componentes del equipo, también la clema de trece contactos para circuito impreso.*



**10** *Seguidamente pasamos a cablear el equipo, para lo cual hacemos referencia al dibujo que indica el esquema del mismo. Para interconectar las placas se utiliza, por comodidad, cable plano; la salida de los relés lleva cable de 1 mm de diámetro y el resto cable de 0,5 mm de diámetro.*

4. Procurar poner los detectores siempre hacia el centro o final de un tramo recto del circuito, ya que los derrapajes en la salida de las curvas dificultan el contacto del detector.

5. No ponerlo, por la misma razón que en el punto anterior, a la salida de un estrechamiento.

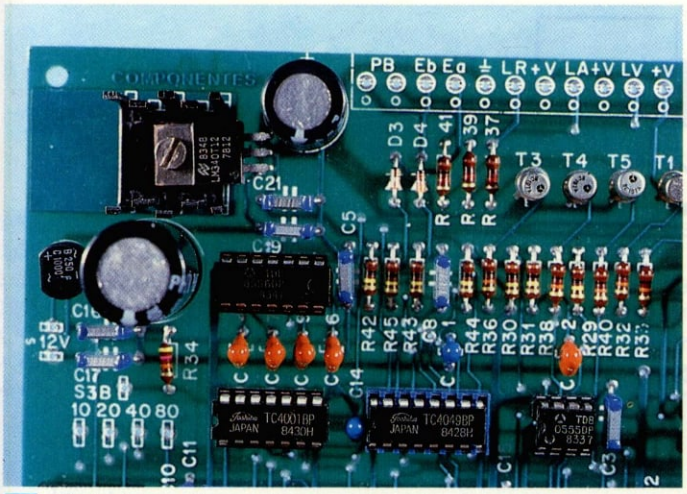
6. Colocarlo en una posición visible desde arriba, para que los dos corredores puedan verlo cómodamente.

7. El semáforo debe verse también con facilidad, y si se coloca en la propia pista, como nosotros proponemos, tener cuidado de que no dificulte el paso de los coches.

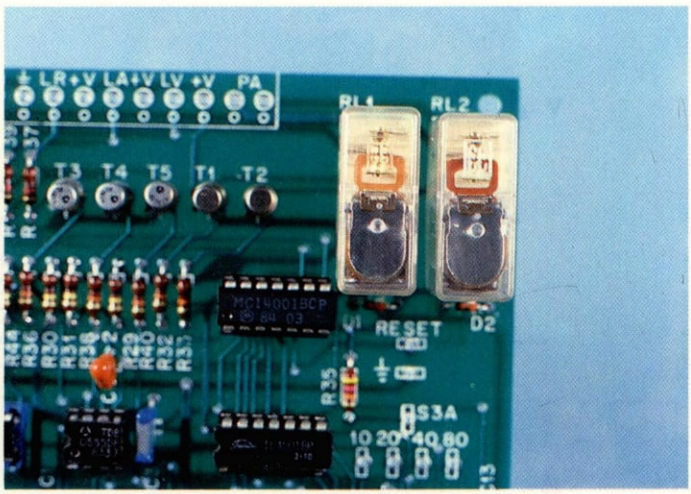
Observando todos estos puntos se conseguirá un perfecto cuentavueltas electrónico para las carreras disputadas con otros aficionados, o con los hijos. También puede ser un buen regalo y bastante económico para cualquier aficionado a la electrónica, aunque no lo sea a los bólidos de carreras en miniatura.

## Características técnicas del cuentavueltas

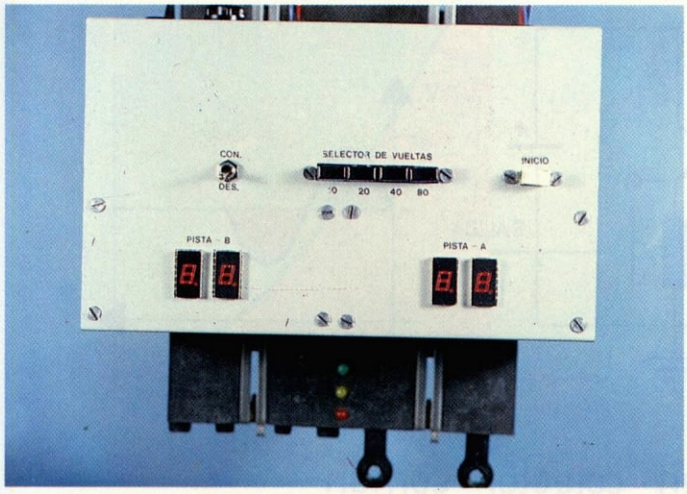
— Alimentación: 220 ó 125 V ± 10 % a 50 Hz.
— Interruptor de encendido y apagado.
— Consumo máximo: 400 mA.
— Protección por fusible.
— Conmutador de cambio de tensión de funcionamiento.
— Visualizadores para cada pista.
— Semáforo de salida a Leds.
— Programable a 10, 20, 40, 80 o un número indefinido de vueltas, mediante pulsadores.
— Salida de conexiones al exterior por medio de clema para circuito impreso de 13 contactos.
— Pulsador de inicio.




**7** *En la foto podemos observar el detalle del montaje de la parte correspondiente a la fuente de alimentación, compuesta por el regulador de tensión de 12 V, su refrigerador, los condensadores electrolíticos que sirven de filtro y el puente rectificador.*

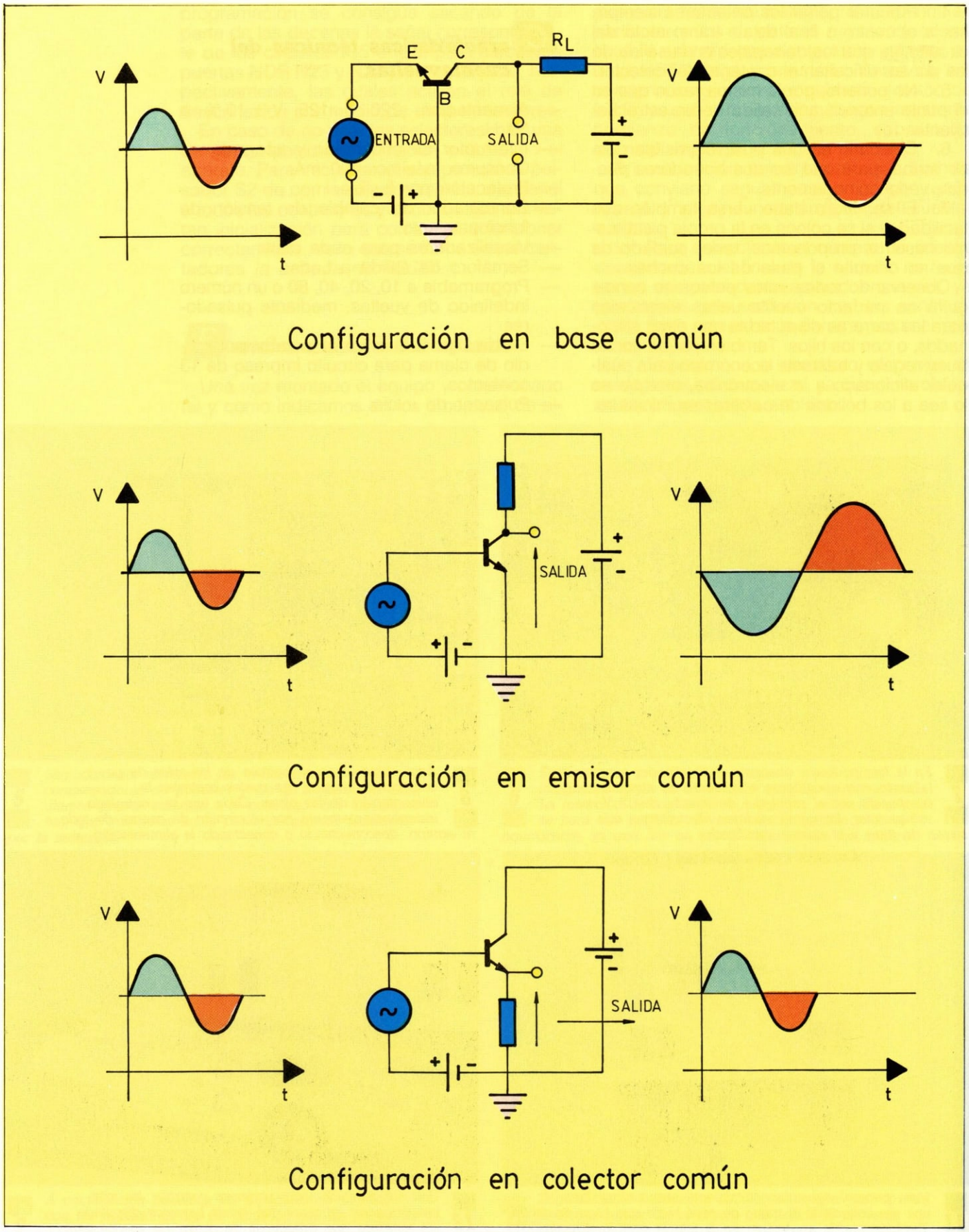



**8** *Aquí observamos el montaje de los relés de un contacto conmutado, los cuales controlan la alimentación de las pistas. Cada uno va controlado independientemente por el circuito de control de todo el equipo, desconectando o conectando la alimentación.*




**11** *Vista general del equipo totalmente terminado y listo una vez conectado al tramo de pista recto que haga de salida. También puede apreciarse en la foto la posible disposición de los diodos que componen el semáforo de salida, de forma que no molesten a los coches.*

**12** *Una vez montado todo, podemos controlar las más emocionantes carreras que jamás hayamos disputado, sin tenernos que preocupar de contar las vueltas para saber cuándo acabamos, porque el cuentavueltas electrónico lo hace por nosotros y nos controla la carrera.*

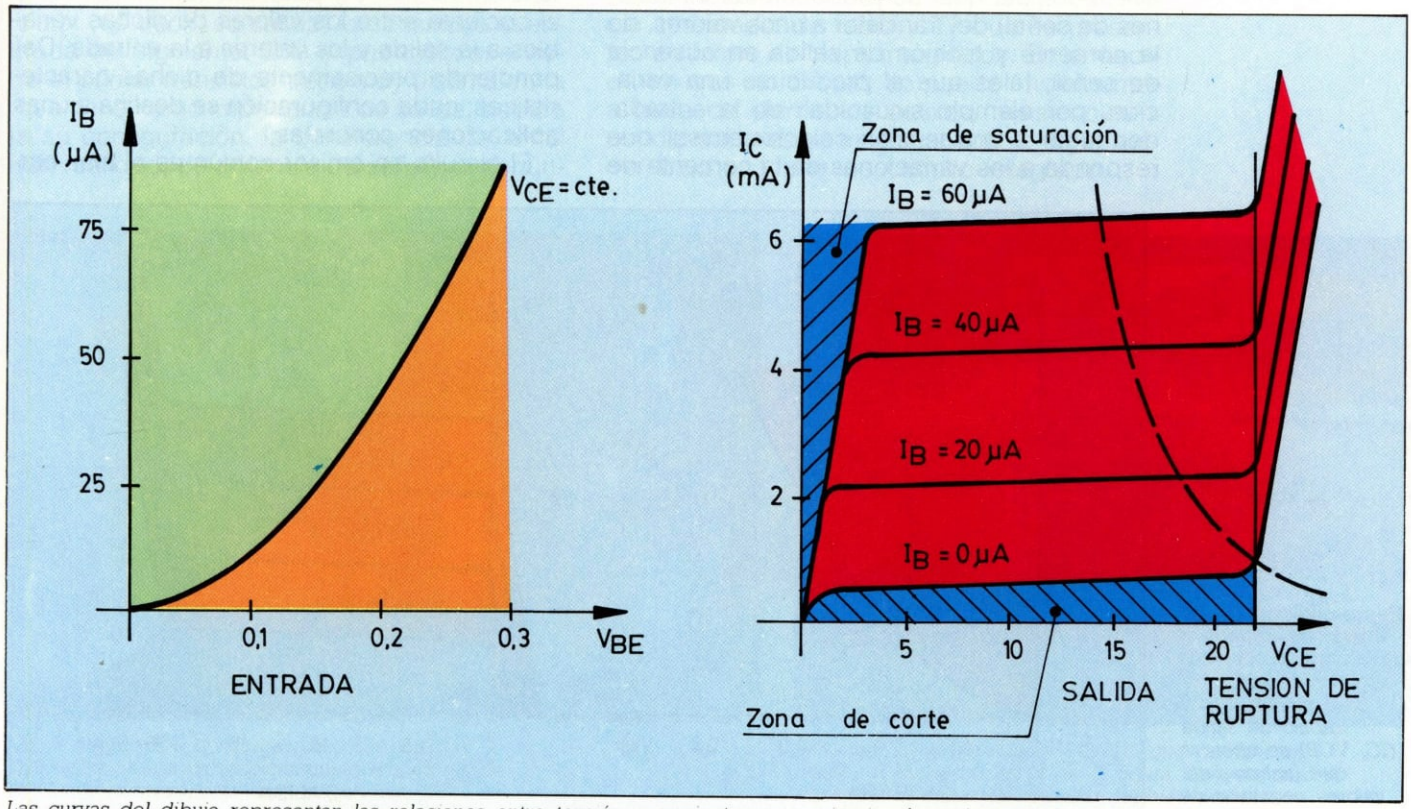



*El esquema representa las tres configuraciones que puede adoptar un transistor, atendiendo al terminal común a la entrada y a la salida. Reciben los nombres de* base común, emisor común *y* colector común.

# EL TRANSISTOR EN CIRCUITOS ANALOGICOS

*En anteriores páginas dedicadas al transistor bipolar se trató, entre otras cosas, de analizar sobre todo el efecto «transistor». Es decir, tratamos de aproximarnos a lo que caracteriza el funcionamiento de cualquier tipo de transistor bipolar.*

Ahora podemos dedicar nuestra atención al estudio de las distintas formas en que estos dispositivos se aplican en las dos grandes ramas en que se encuentra dividida actualmente la tecnología electrónica: analógica y digital, que, en cualquier caso, encierran dos filosofías completamente distintas, y en las que los problemas que siempre han caracterizado a dicha ingeniería (como son el ruido, amplificación, generación y recepción de señales) son analizados desde muy diferentes puntos de vista.




*Las curvas del dibujo representan las relaciones entre tensión y corriente en un circuito de emisor común, tanto en la entrada (IB, VBE), como en la salida (IC, VCE). En el dibujo de salida se representan las zonas de «corte» y «saturación».*

## Funcionamiento del transistor en el campo analógico

El funcionamiento del transistor con señales variables en el tiempo, como son las empleadas para transportar información de audio o vídeo, requiere una consideración fundamental: puesto que lo que pretendemos es reproducir fielmente la señal en todo momento y, por tanto, que en todo momento se mantenga al transistor funcionando en la zona activa directa, necesitamos suministrar al dispositivo una «polarización».

Por polarización se entiende las consideraciones de la circuitería anexa que permitan llevar al transistor a un punto de trabajo que asegure, para cualquier valor o variación del valor de la señal de entrada, que el dispositivo se encuentre siempre en la zona activa directa. Para ello nos referimos sucesivamente a las condiciones en los circuitos de entrada y de salida.

El circuito de entrada es una unión P-N polarizada en directo, esto es, a un voltaje tal que cualquier variación de la señal se halle por encima del codo de la gráfica de una unión P-N, puesto que en caso contrario se produciría una distorsión en la señal de salida. En eso consiste la polarización de entrada. La polarización de salida pretende que la señal de salida no llegue nunca a penetrar en las zonas de corte ni de saturación. Es decir, mediante la red de polarización de salida conseguimos llevar el punto de reposo (punto alrededor del cual se producen las variaciones de señal) del transistor a unos valores, de la corriente y tensión de salida en ausencia de señal, tales que al producirse una variación, por ejemplo sinusoidal, en la entrada, den lugar a una tensión colector-emisor que responda a las variaciones de la corriente de base, pero que no lleguen a entrar ni en la zona de saturación ni en la de corte.

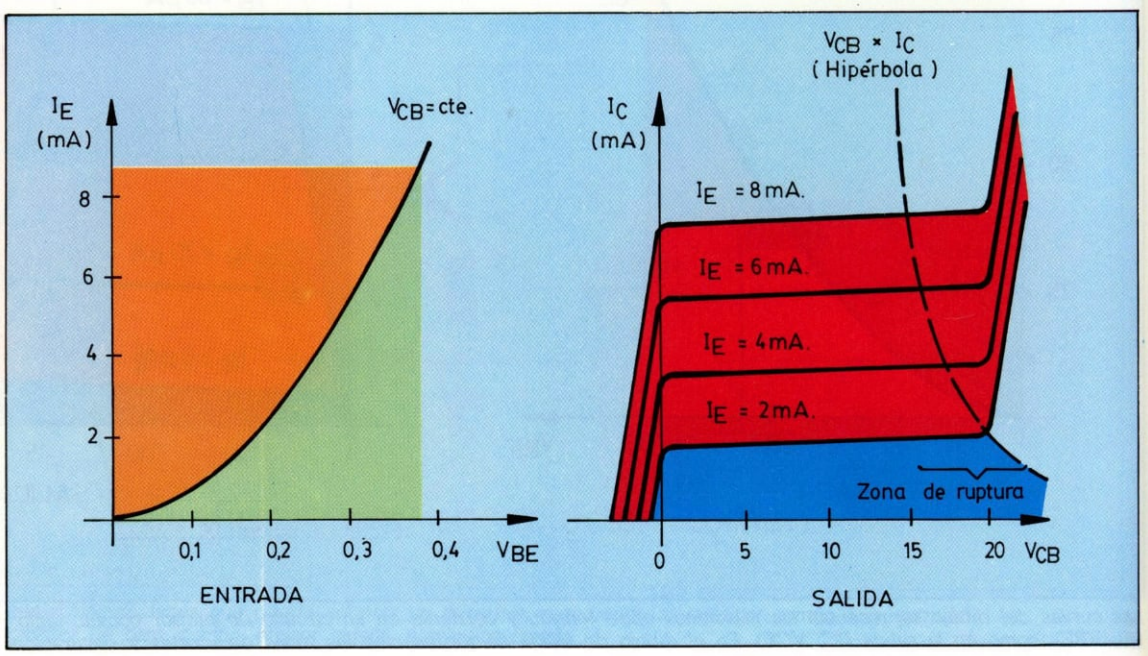
Dependiendo además del tipo de transistor, PNP o NPN, cambiará el sentido de la tensión de polarización. De manera que si la resistencia de carga de un NPN se conecta a 12 V, la de un PNP se conectaría a − 12 V. En las figuras adjuntas se muestra la disposición de la polarización en un transistor en general.

## Configuraciones básicas

En el funcionamiento analógico de transistores existen tres tipos de configuraciones, dependiendo de cuál de los tres terminales (el emisor, la base o el colector) se utilice al mismo tiempo como entrada y como salida. Así, distinguimos los montajes de emisor común, base común y colector común. Las características fundamentales de estas etapas son: impedancia de entrada y de salida, ganancia de tensión, ganancia de corriente y ganancia de potencia.

Las impedancias de entrada y de salida se definen como el cociente entre la tensión de entrada y la corriente de entrada, y la tensión de salida y la corriente de salida respectivamente. Estos parámetros tienen su importancia en la conexión de etapas en cascada (una tras otra), ya que según sea el valor de dichas impedancias puede alterarse el punto de trabajo del transistor. Las ganancias de tensión, corriente y potencia se definen como el cociente entre los valores de dichas variables a la salida y los valores a la entrada. Dependiendo precisamente de dichas características, cada configuración se destina a unas aplicaciones concretas.

El circuito en emisor común es el más em-




*Representación de las curvas de entrada y salida correspondientes a una configuración de base común. En el dibujo de salida (IC, VCB) se observa que incluso para valores negativos de VCB existe ya una corriente de colector.*

pleado y presenta altos valores de ganancia en tensión y en corriente, y el más alto valor de ganancia en potencia. La diferencia entre las impedancias de entrada y salida no es grande y facilita la interconexión de etapas en cascada.

El circuito en base común presenta una baja impedancia de entrada y una alta impedancia de salida. Tiene una alta ganancia en tensión y una ganancia de corriente menor que la unidad, por lo que su ganancia en potencia es pequeña.

Por último, el circuito en colector común presenta una alta impedancia de entrada y una baja impedancia de salida. Esto permite utilizarlo como adaptador de impedancias en casos como los de ataque a un altavoz de salida desde la etapa de potencia de un amplificador de baja frecuencia. Presenta ganancia en corriente, pero su ganancia en tensión es menor que la unidad, por lo que también en este caso su ganancia en potencia es baja.

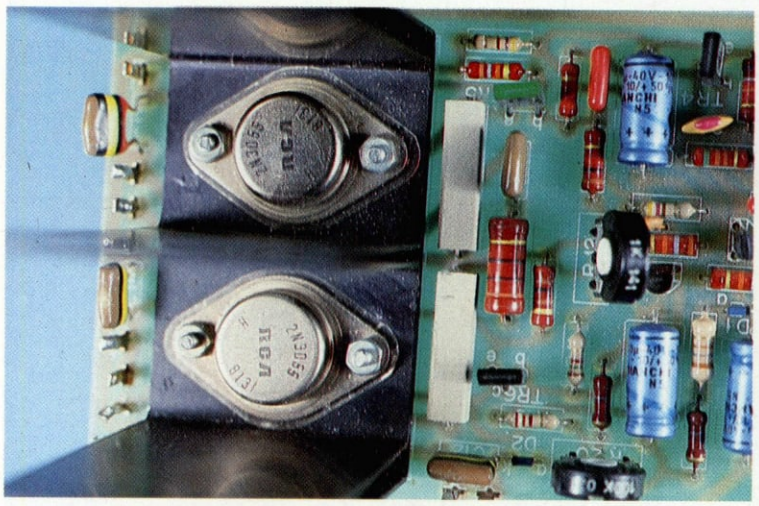
## Aplicaciones generales

Cada una de las características citadas le confiere a cada una de las configuraciones unas aptitudes especiales para ser empleadas en aplicaciones concretas. Por ejemplo, en el caso de un amplificador de frecuencia intermedia de radio transistorizado se pueden utilizar etapas de emisor común conectadas en cascada. En este diseño, la carga de un transistor (es decir, su salida) la constituye la entrada del siguiente. Si la impedancia que viera el primer transistor fuese muy distinta de la que tiene como impedancia de salida, debido a su configuración, la transferencia de señal (en realidad, de potencia de señal), al segundo transistor se vería considerablemente disminuida, impidiéndose así la amplificación esperada.

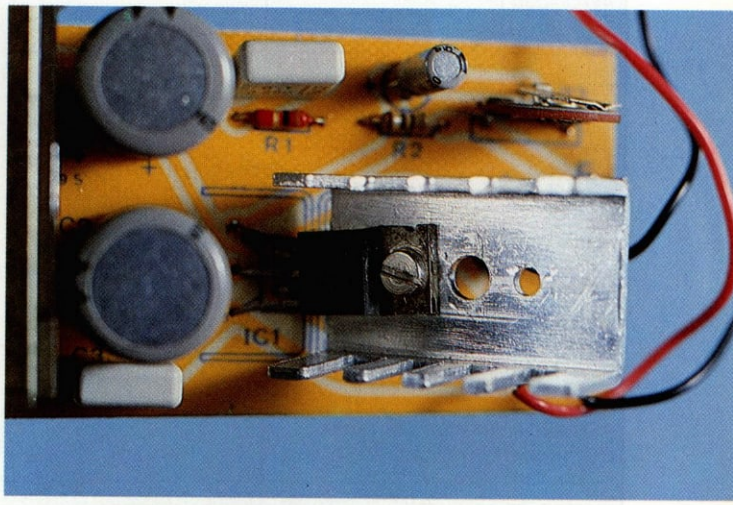
En el caso en que se requiera un funcionamiento a frecuencias relativamente elevadas es conveniente emplear un montaje en base común. Las capacidades parásitas inherentes a la propia configuración física del componente entran en juego a frecuencias muy elevadas. Por otra parte, la corriente de fugas, responsable de las limitaciones del transistor en función de la temperatura, es mucho menor en esta configuración, por lo que soporta temperaturas de funcionamiento mucho mayores que por ejemplo en el caso de emisor común.

Por último, el caso más significativo de empleo de un transistor en colector común lo constituye la etapa de ataque a un altavoz. Es particularmente útil en este caso, dado que la impedancia que presenta el altavoz es baja, coincidiendo en órdenes de magnitud con la que presenta dicha configuración a la salida. Por otra parte, su impedancia de entrada alta coincide con la de salida de emisor común, por lo que en tal caso se emplearía una configuración de este tipo para atacar al colector común.

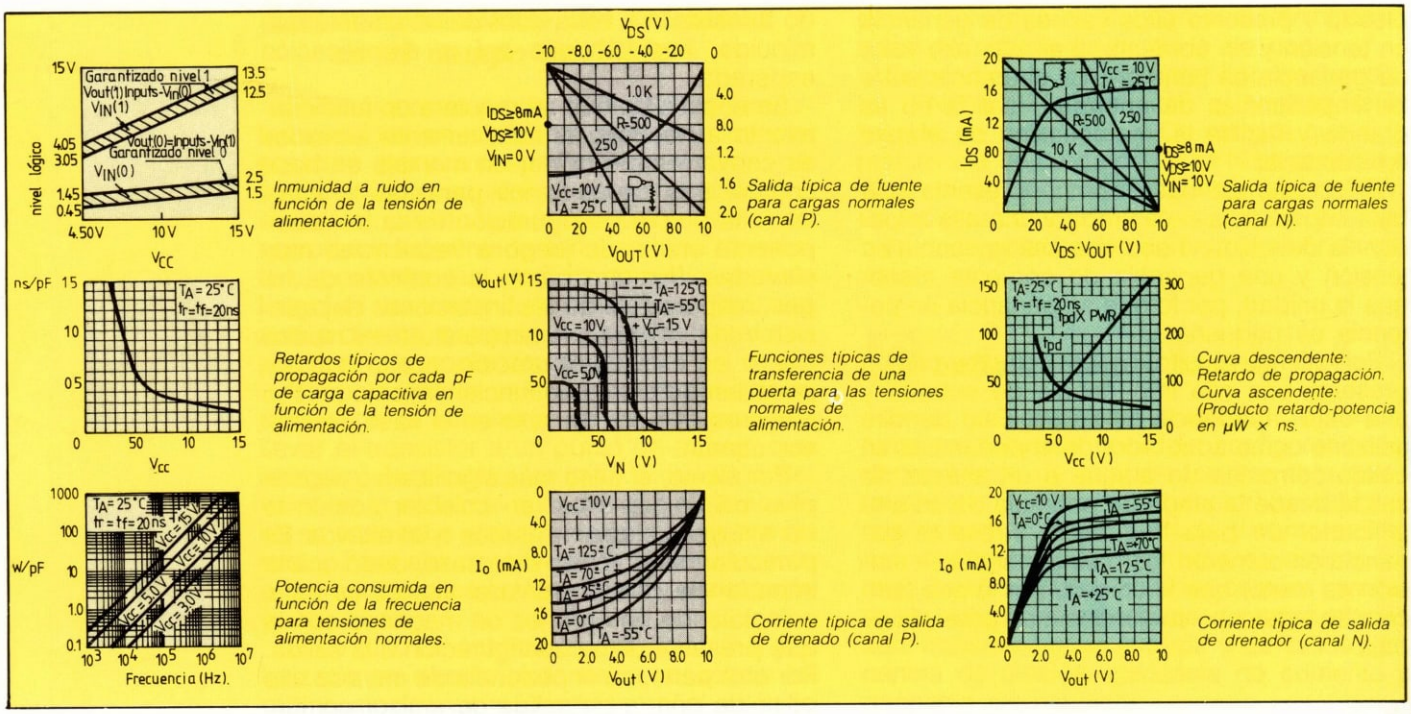
Es necesario comentar que actualmente se procede a implementar partes de circuitos de forma integrada, evitando así engorrosos montajes y haciendo más fiable el funcionamiento en general. Este proceso, por ejemplo, lo han sufrido sobre todo las etapas de salida de audio, e incluso etapas de frecuencia intermedia de radio y TV que se presentan en forma de chips integrados. En la medida en que un circuito se puede implementar a base de elementos activos, resistencias y condensadores es más susceptible de aparecer bajo la forma de circuito integrado.



*En la foto se ven dos transistores de potencia instalados en sus correspondientes disipadores de calor. Estos transistores con encapsulado TO-3 se emplean en circuitos capaces de entregar potencias relativamente elevadas.*



*Otro tipo de encapsulado, TO-220, que permite un acoplo al disipador es el de la figura. En este caso el transistor es capaz de manejar también potencias relativamente elevadas, aunque no de las magnitudes que se asemejan con encapsulado TO-3.*




## CARACTERISTICAS

| PARAMETRO Denominación | | Símbolo | Condiciones de medida | VALORES Mín. | Tip. | Máx. | Unidades | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Corriente de reposo | | $I_L$ | $V_{DD} = 5$ V | — | 0,01 | 10 | μA1 | Series A y C |
| Potencia en reposo | | $P_0$ | $V_{DD} = 5$ V | — | 0,05 | 50 | μW | Para la serie B |
| Salida ee voltaje | Nivel bajo | $V_{OL}$ | $V_{IN} = 5$ V | — | 0 | 0,01 | V | $I_{DN}$, e $I_{DP}$, son aproximadamente 20 veces mayores |
| | Nivel alto | $V_{OH}$ | $V_{IN} = 0$ V | 4,99 | 5 | — | V | |
| Inmunidad al ruido | Nivel bajo | $V_{NL}$ | $V_O > 3,5$ V | 1,5 | 2,25 | — | V | |
| | Nivel alto | $V_{NH}$ | $V_0 < 1,5$ V | 1,5 | 2,25 | — | V | |
| Corriente de salida | Canal N | $I_{DN}$ | $V_O = 0,5$ V | 0,3 | 1 | — | mA | |
| | Canal P | $I_{DP}$ | $V_O = 4,5$ V | − 0,14 | − 0,5 | — | mA | |
| Corriente de entrada | | $I_I$ | — | — | 10 | — | pA | |
| Retardo de propagación $t_{PHL} = t_{PLH}$ | | $t_p$ | $V_{DD} = 5$ V | — | 150 | 250 | nS | Para los tipos A y C los tiempos son aproximadamente 10 veces menores |
| Tiempo de transición $t_{THL} = t_{TLH}$ | | $t_T$ | $V_{DD} = 5$ V | — | 75 | 150 | nS | |
| Anchura mínima del pulso $t_{WL} = t_{WH}$ | | $t_W$ | $V_{DD} = 5$ V | — | 125 | 200 | nS | |
| Pendiente máxima del pulso $t_{rcl} = t_{fcl}$ | | $t_{rcl}$ | $V_{DD} = 5$ V | 15 | — | — | μS | |
| Tiempo de respuesta | | — | $V_{DD} = 5$ V | — | 20 | 50 | μS | |
| Frecuencia de reloj | | $f_{CL}$ | $V_{DD} = 5$ V | 2,5 | 4 | — | $MH_z$ | |
| Capacidad de entrada | | $C_I$ | Cualquier entrada | — | 5 | — | $p^F$ | |

# EL 4013

*El circuito integrado 4013 es un doble oscilador biestable o flip-flop, tipo D, construido en tecnología CMOS (semiconductor de óxido metálico complementario), por lo que está constituido internamente por parejas de transistores MOS de canal N y canal P enlazados.*

Cada una de las básculas es completamente independiente de la otra, por lo que las entradas SET, RESET, CLOCK, DATA, y las salidas Q y Q' carecen de puntos comunes.

Este integrado puede emplearse como registro de desplazamiento para convertidores serie-paralelo, o, conectando la salida Q' a la entrada de datos D, como contador o divisor por dos. El nivel lógico presente en la entrada D es transferido a la salida Q durante la transición positiva del pulso de reloj. Los terminales SET y RESET, para activar y desactivar las salidas, son independientes del reloj y se activan cuando la señal de entrada en la patilla correspondiente está en 1 lógico.

Este circuito integrado posee todas las ventajas de los circuitos CMOS, de los cuales existen versiones sin amplificador de salida, con amplificador de salida, y de alta velocidad. En cada caso se fabrican las series comerciales y las militares, entre las cuales hay algunas diferencias fundamentales, como son la resistencia mecánica y la resistencia eléctrica a los cortocircuitos y pulsos transitorios de alto voltaje en las entradas; asimismo, las temperaturas límite son mayores en los casos militares.

## Encapsulado

Este circuito integrado se fabrica en varios encapsulados, pero principalmente en formato DIL cerámico y plástico de 14 patillas, de separación estándar, y flat-package para equipos miniaturizados.

## Valores límite de funcionamiento

Voltaje en cualquier entrada: $V_{ss}$: − 0,3 a + 15 V.
Temperatura de funcionamiento: $T_{st}$:
Militar: − 55 a + 125 °C.
Comercial: − 40 a + 85 °C.
Temperatura de almacenamiento: $T_{st}$: − 65 a + 150 °C.
Disipación total de potencia: $P_t$: 500 mW.

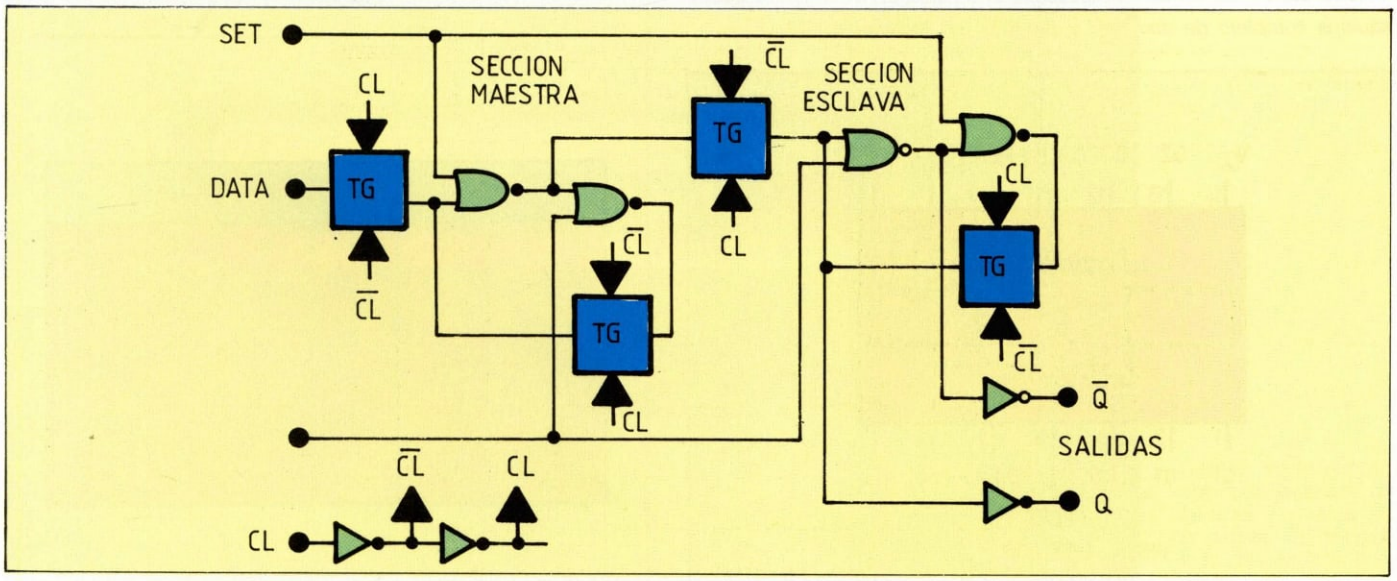



*Diagrama lógico de una báscula como las empleadas en el 4013.*

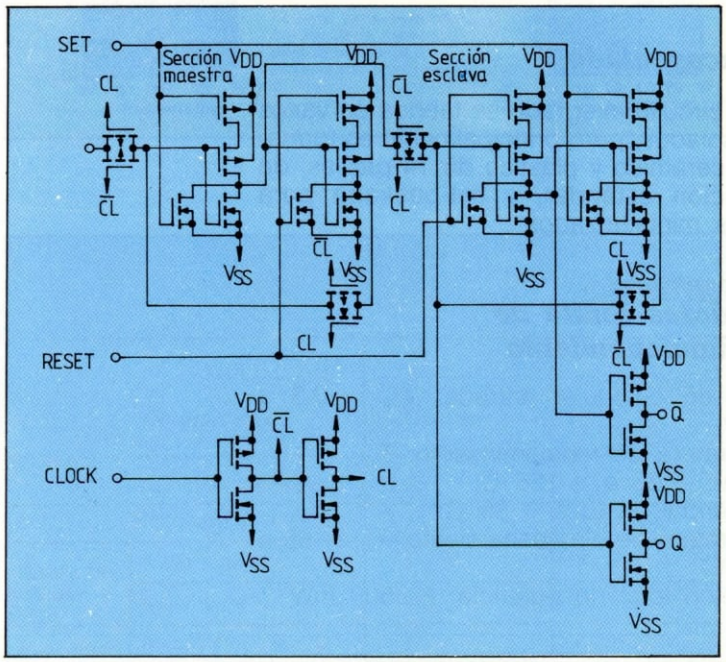
Picos de temperatura (máx. 10 s): $T_{pp}$: 300 °C.
Voltaje de funcionamiento: $V_{DD}$:
Serie A, de 3 a 15 V.
Serie B, de 3 a 18 V.
Alta velocidad, de 3 a 18 V.

## Fabricantes

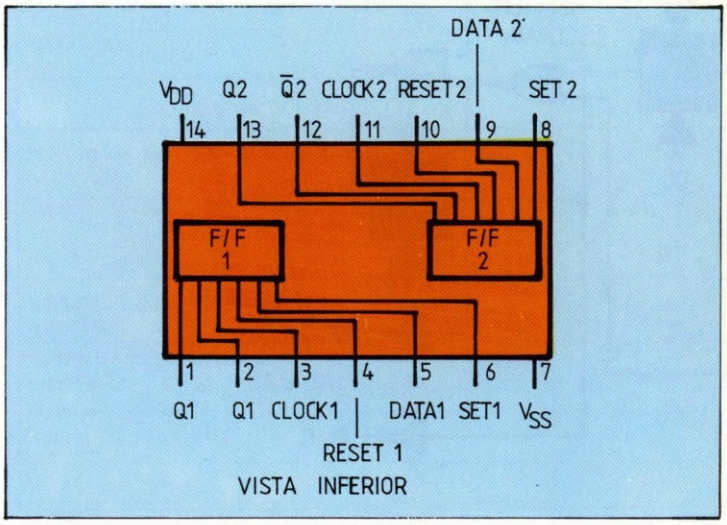
Debido al amplio margen de utilizaciones posibles de este integrado, lo fabrican y comercializan la mayor parte de las casas productoras, siendo las más importantes:
TEXAS INSTRUMENTS.
NATIONAL SEMICONDUCTOR.
FAIRCHILD.
MINIWAT.
RCA.
MOTOROLA.

## Aplicaciones

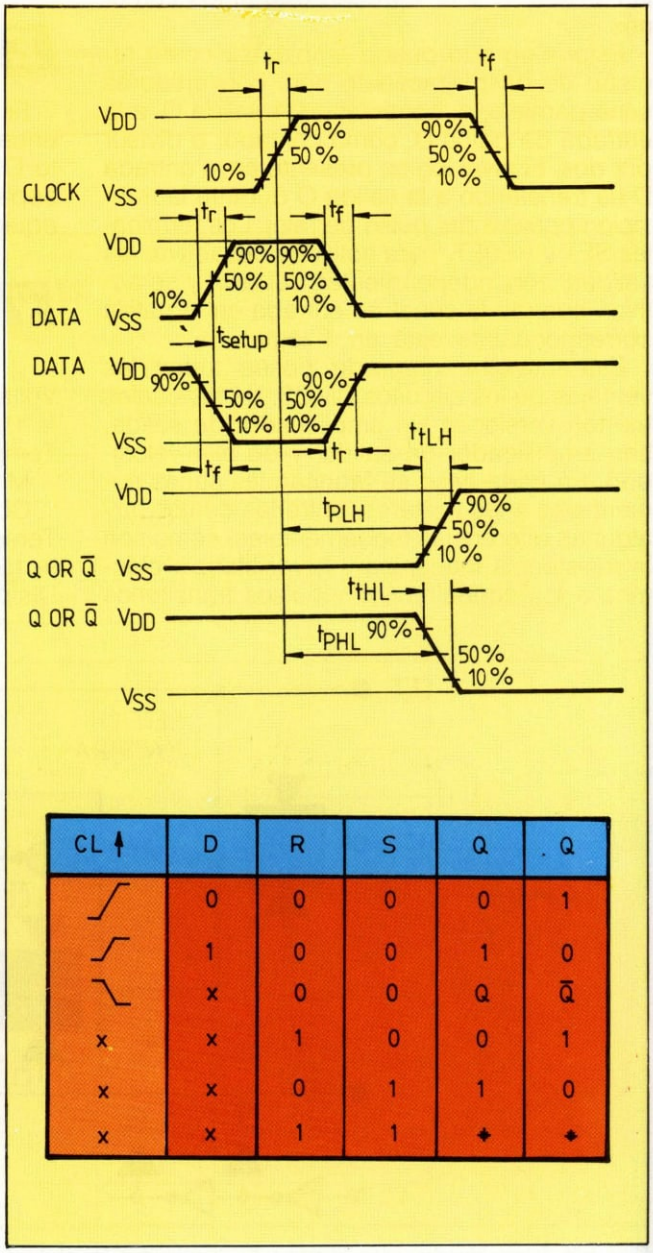
Empleado como elemento de memoria en líneas de retardo digitales, como contadores binarios, o divisores de frecuencia, este integrado es especialmente apto en aquellas aplicaciones en las que se precisa fiabilidad de funcionamiento para grandes variaciones de la tensión de alimentación, una alta inmunidad a ruido, bajo consumo de potencia y alta velocidad. Puede emplearse también en aquellos casos en los que la entrada de corriente en los terminales de control tenga que ser muy pequeña, para no cargar la etapa anterior, y en la serie B puede suministrar una alta corriente, capaz de alimentar más de 10 circuitos lógicos TTL de baja potencia.




*Esquema completo de uno de los flip-flops en tecnología CMOS.*




*Representación lógica y distribución del patillaje del 4013.*




| CL ↑ | D | R | S | Q | Q |
|---|---|---|---|---|---|
| ↗ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ↗ | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| ↘ | x | 0 | 0 | Q | Q̄ |
| x | x | 1 | 0 | 0 | 1 |
| x | x | 0 | 1 | 1 | 0 |
| x | x | 1 | 1 | ✦ | ✦ |

*Diagrama de tiempos de conmutación y tabla de verdad.*

# REGISTRO DEL SONIDO

*Fue en 1877 cuando Thomas Alva Edison demostró que era posible grabar (registrar) y reproducir el sonido. Desde entonces, la tecnología ha ido aportando nuevos métodos que mejoran la calidad del registro y de la reproducción.*

Entendemos como registro o grabación de sonido al conjunto de técnicas que permiten fijar las señales acústicas sobre un soporte físico. Según esto podemos distinguir tres tipos de grabación:

— *Grabación fotográfica.* Se hace incidir un haz luminoso, modulado por la señal a registrar sobre una película sensible. Este es el método utilizado en la sonorización de las películas.

— *Grabación electromecánica.* La señal acústica ataca a un elemento grabador mecánico, que modula un surco sobre una superficie plástica. Es el método utilizado en la grabación de los discos.

— *Grabación magnética.* Se hace pasar un soporte ferromagnético delante de una cabeza magnética, la cual induce en la cinta una señal proporcional a la información a registrar. Mediante este método se graban las cintas magnéticas.

En este capítulo nos centraremos en los métodos de registro de sonido en cinta magnética.

## Grabadoras de cinta

Las grabadoras de cinta, sean del tipo de carrete abierto o del tipo casete, registran el

*Casete, en la que se aprecian, además, de la cinta, la ranura para la cabeza de borrado y la destinada a la de grabación/ reproducción.*

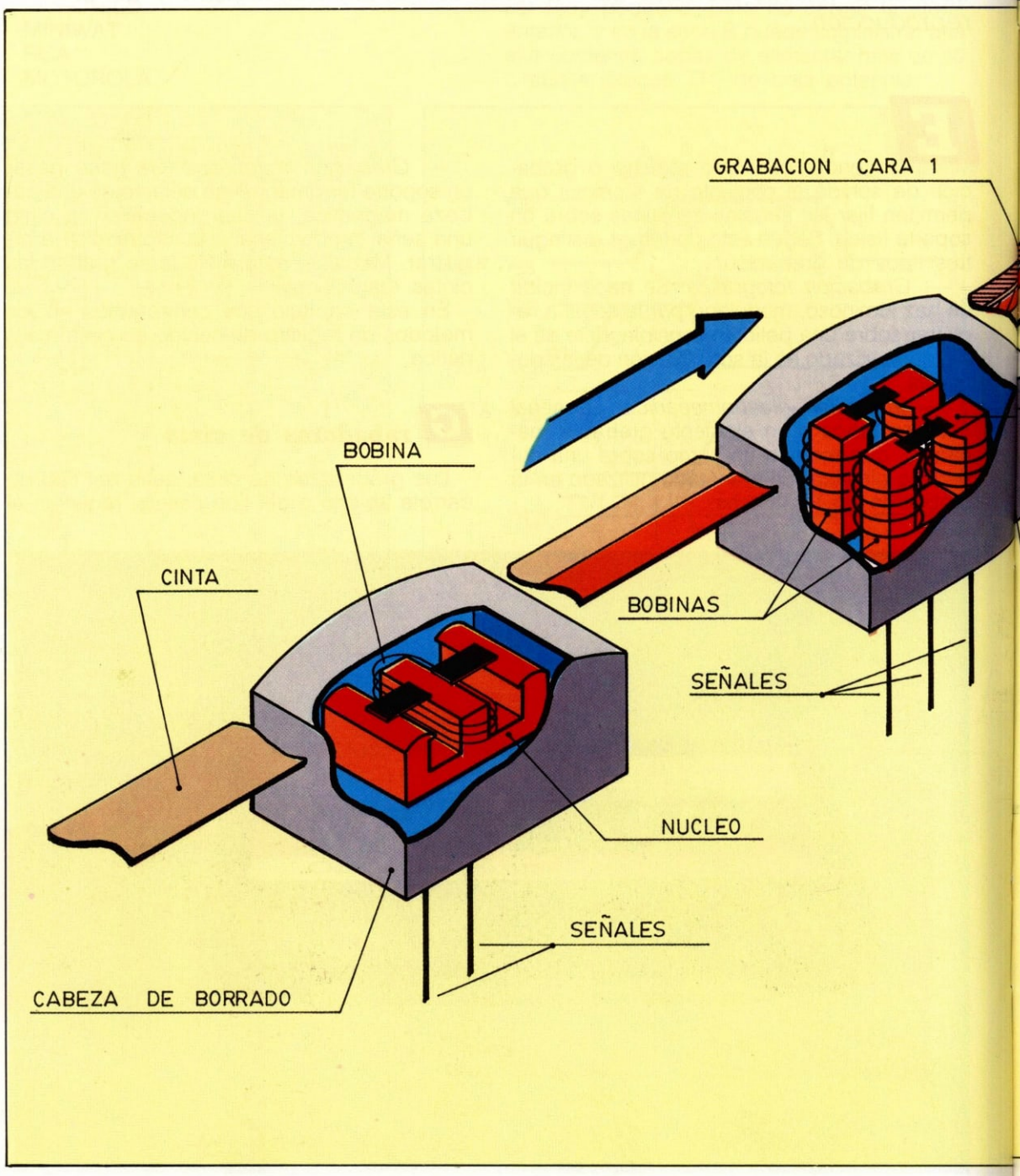
sonido de la misma manera: los sonidos son convertidos en señales eléctricas por el micrófono. Estas señales pasan a la cabeza grabadora del equipo, que las transforma en una señal magnética sobre la cinta.

## Equipos de casete

La casete de cinta magnética constituye uno de los mayores adelantos en sistemas de alta fidelidad (HI-FI). Fue presentada por primera vez por Philips en 1963; la unidad de casete utiliza una cinta magnética montada en un estuche de plástico para almacenar las señales sonoras. Para grabar se hace pasar la cinta por una cabeza amplificadora de grabación. Las cabezas de grabación son bobinas arrolladas alrededor de un núcleo de hierro.

Al grabar, las señales pasan a través de la cabeza de grabación. Estas magnetizan las partículas de la cinta que se alinean de forma que se correspondan con las señales de sonido originales.

La unidad de casete dispone de dispositivos que mejoran la calidad del sonido y evitan la distorsión. Así, un dispositivo esencial es el medidor de nivel de grabación.




*Cabezas de borrado y de grabación/ reproducción, en las que se ven las bobinas arrolladas alrededor de los núcleos de hierro.*

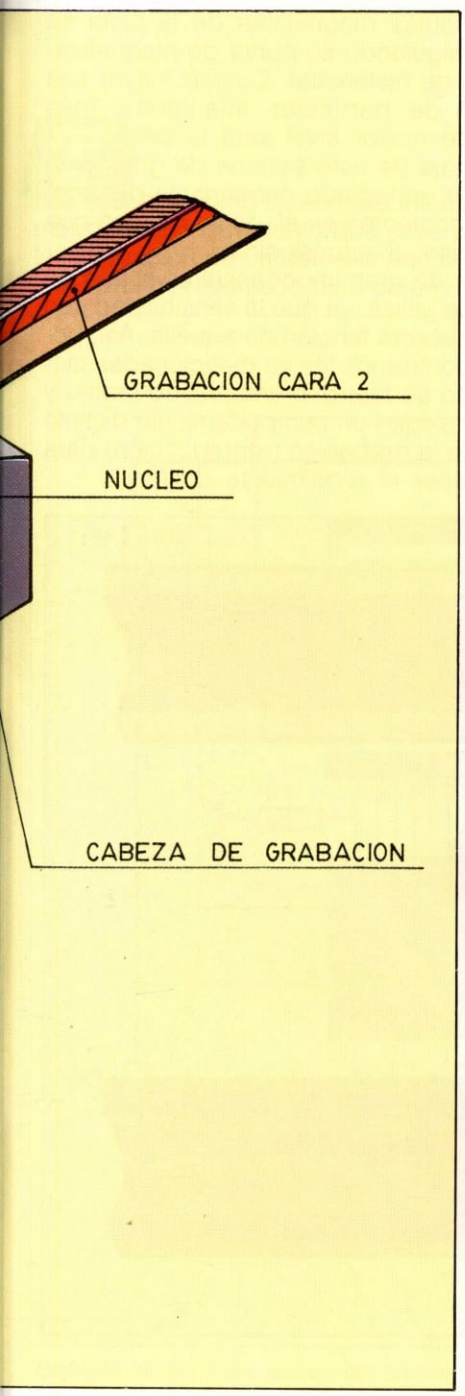
Todo equipo de casete tiene un oscilador de polarización (bias) que produce una señal de alta frecuencia inaudible en la cinta. Esta señal se combina con la de sonido antes de alcanzar la cabeza de grabación. Su finalidad es ayudar a reducir la distorsión en el sistema de grabación. También puede usarse para borrar las señales antes de la grabación.

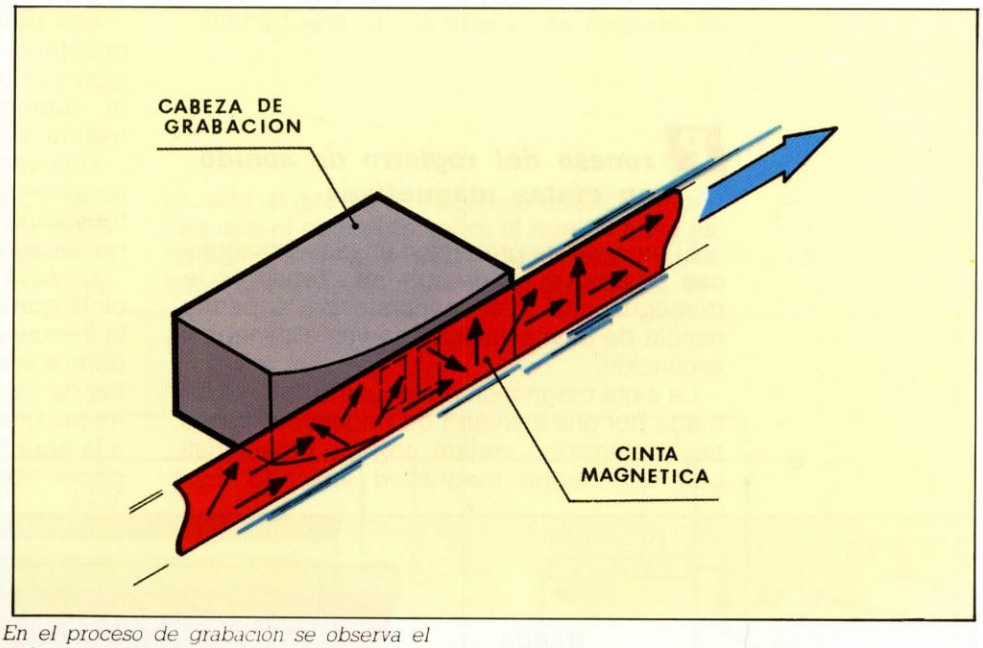
Con respecto a la cinta podemos mencionar que las primeras cintas de casete tenían un revestimiento de óxido férrico. En 1970 se introdujo el revestimiento de dióxido de cromo, de partículas más finas, seguido por el ferrocromo (consistente en un revestimiento de cromo sobre partículas férricas). Actualmente existen también cintas de aleación metálica.

Debido al ruido provocado por el sistema de casete, muchas unidades van equipadas con un sistema Dolby de reducción de ruido. Funciona comprimiendo los cambios de intensidad en las señales antes de la grabación y volviendo a expandirlas en la reproducción.

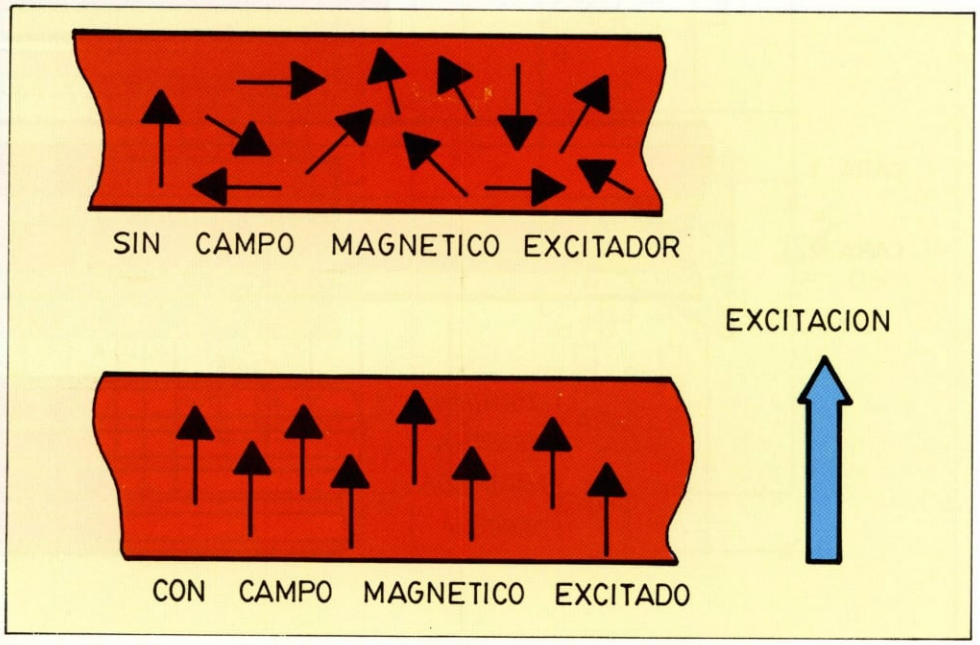
## Grabación de carrete abierto

El precedente de la unidad de casete fue la




*En el proceso de grabación se observa el ordenamiento que sufren las partículas magnéticas de la cinta al pasar delante de la cabeza grabada.*




*Orientación de las partículas de la cinta en presencia de un campo magnético exterior.*

grabadora de carrete abierto que tuvo su origen en el magnetófono, desarrollado en Alemania a finales de la década de los treinta.

Las primeras cintas usadas estaban hechas de papel con un revestimiento de finas partículas magnéticas. Más tarde se usaron soportes a base de película plástica.

La introducción de la grabadora de carrete abierto en los años cuarenta revolucionó la grabación doméstica y ha mantenido su popularidad por lo fácil que resulta montar las cintas en el equipo.

Las grabadoras domésticas de carrete abierto usan una cinta de 6,24 mm y funcionan a velocidades de hasta 38,1 cm por segundo. El mejor tipo de cinta para esta clase de equipos es la estéreo de dos bandas.

## Proceso del registro de sonido en cintas magnéticas

El proceso de grabación en cintas magnéticas se aprovecha de sus características ferromagnéticas, y en concreto de la permanencia de la imantación una vez eliminada la excitación.

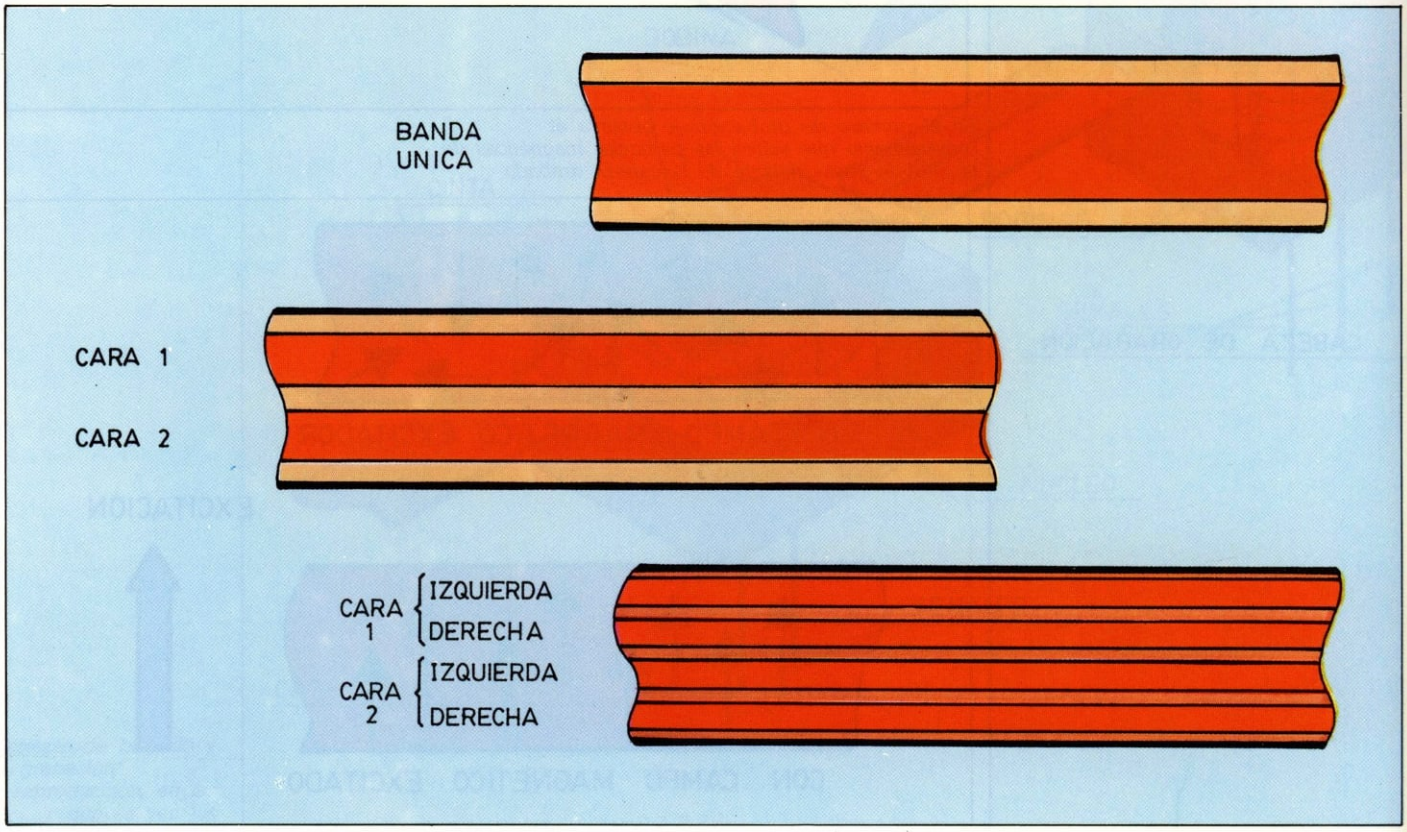
La cinta magnética puede considerarse formada por una infinidad de pequeños imanes, cuya intensidad variará con las características del campo magnético aplicado. Este campo magnético es inducido por la cabeza de grabación, que se encarga de transformar la señal eléctrica procedente del micrófono en un campo proporcional a la misma.

La cabeza magnética no es más que un electroimán toroidal con el núcleo cortado (entrehierro). La dispersión del campo magnético por el entrehierro hace que busque un camino favorable a través de la cinta magnética que pasa delante de él. Este campo es el que provoca la imantación de las partículas magnéticas de la cinta. La penetración del campo en la cinta dependerá de su intensidad y de la frecuencia, las cuales serán función de la intensidad y frecuencia de la señal a grabar.

Las partículas magnéticas de la cinta se orientarán siguiendo su curva de magnetización (ciclo de histéresis). Cuanto mayor sea el número de partículas imantadas, más exacta y de mayor nivel será la señal.

Una ventaja de este sistema de grabación es la de ser un registro permanente de la información contenida en él, de tal manera que no se elimina al reproducirse.

Un factor de gran importancia es el tipo de cinta que se utiliza, ya que la sensibilidad con la frecuencia será función de aquélla. Así, podemos encontrarnos las ya mencionadas cintas de óxido de hierro, cromo, hierro-cromo y metal, que exigen un comportamiento distinto a la hora de la grabación (reproducción) para poder obtener el rendimiento óptimo.

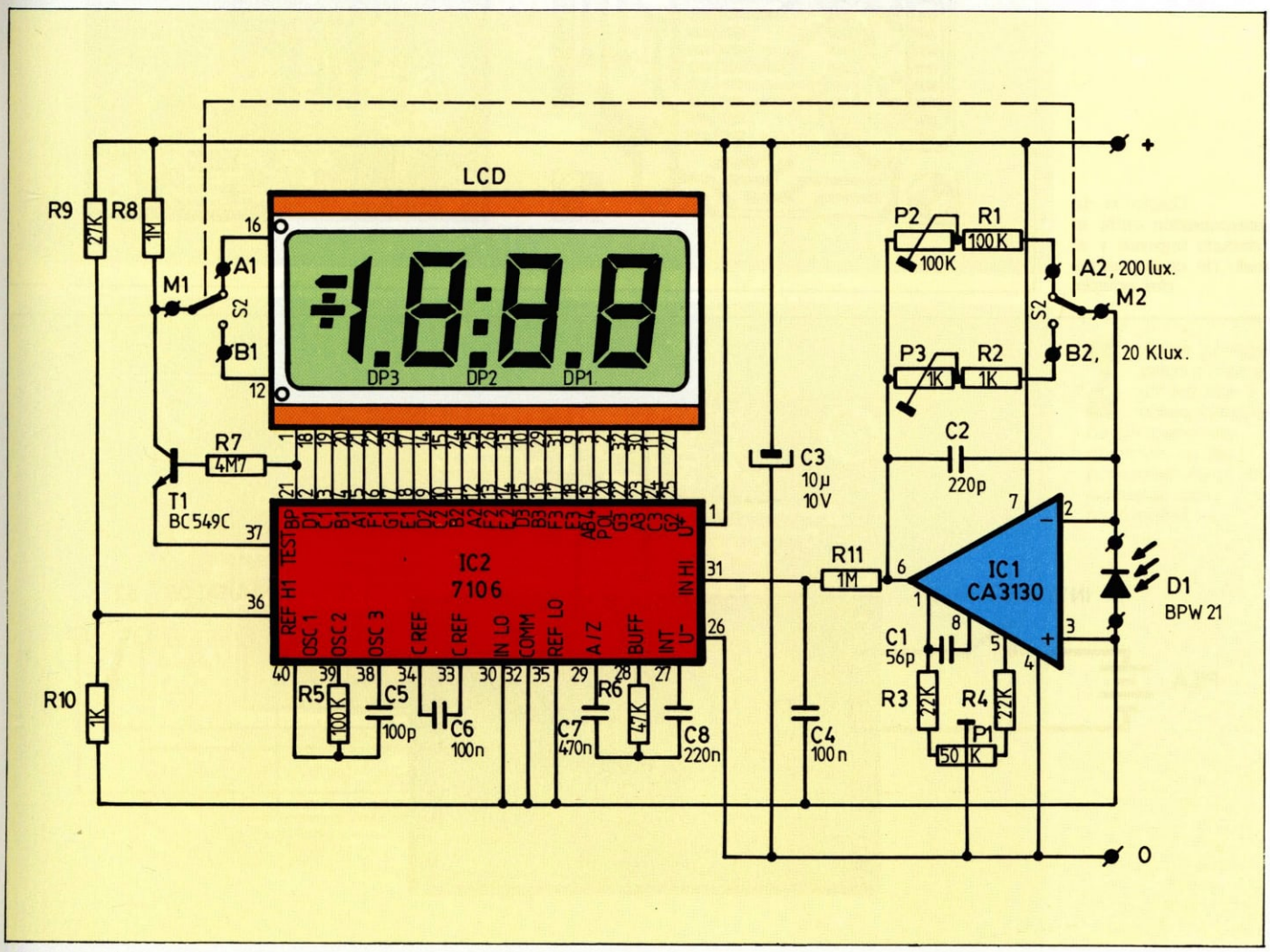



*Cintas con una banda, dos bandas y cuatro. Esta última permite la grabación de dos bandas estéreo.*

# LUXOMETRO DIGITAL

*Es probable que la mayoría de los lectores conozcan perfectamente la utilidad de los luxómetros; no obstante, vamos a ofrecer algunas nociones básicas acerca de su funcionamiento, con objeto de aclarar en lo posible todas las dudas que puedan suscitarse.*

Tal y como su nombre indica, un luxómetro es un instrumento que sirve para medir la iluminación de un determinado recinto o de una zona del mismo, o bien de un cierto lugar situado al aire libre. Podemos deducir entonces que el concepto sobre el que se basa es bastante simple, a pesar de lo cual resulta imprescindible en numerosas ocasiones, so-

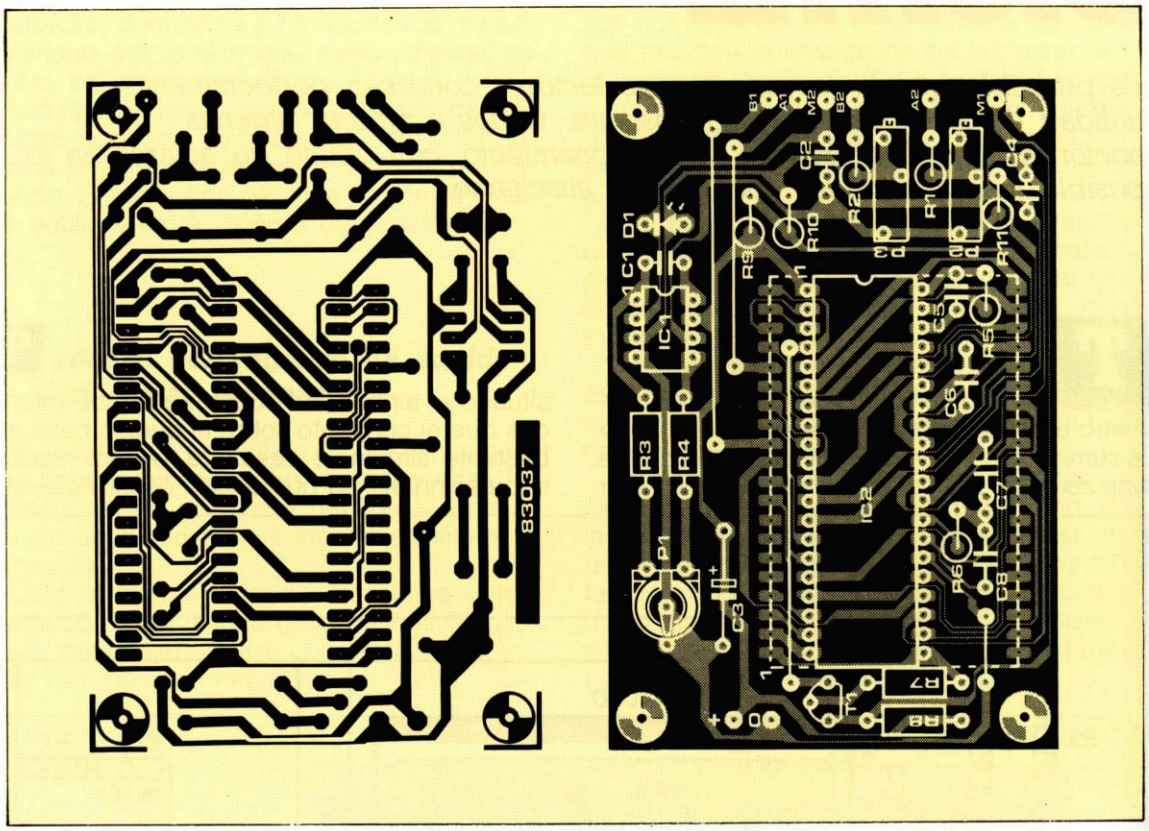



*Esquema eléctrico del circuito del luxómetro. La alimentación de 9 V puede provenir de una pila o de una fuente externa.*

bre todo en las actividades relacionadas con la fotografía y el alumbrado.

A lo largo del tiempo han aparecido numerosos modelos de luxómetros adaptados a la tecnología existente en cada momento y, lógicamente, en la actualidad puede realizarse, sin gran dificultad, un equipo de lectura digital y con un bajo consumo de corriente de alimentación, para que pueda ser alimentado por una pila o batería de tamaño reducido.

No obstante, y antes de introducirnos de lleno en la descripción detallada del equipo, vamos a repasar las unidades de medida empleadas en esta técnica, con objeto de poder interpretar sin vacilaciones los resultados de nuestras mediciones.




*Circuito impreso utilizado para montar el luxómetro. Se ha reproducido a tamaño natural.*

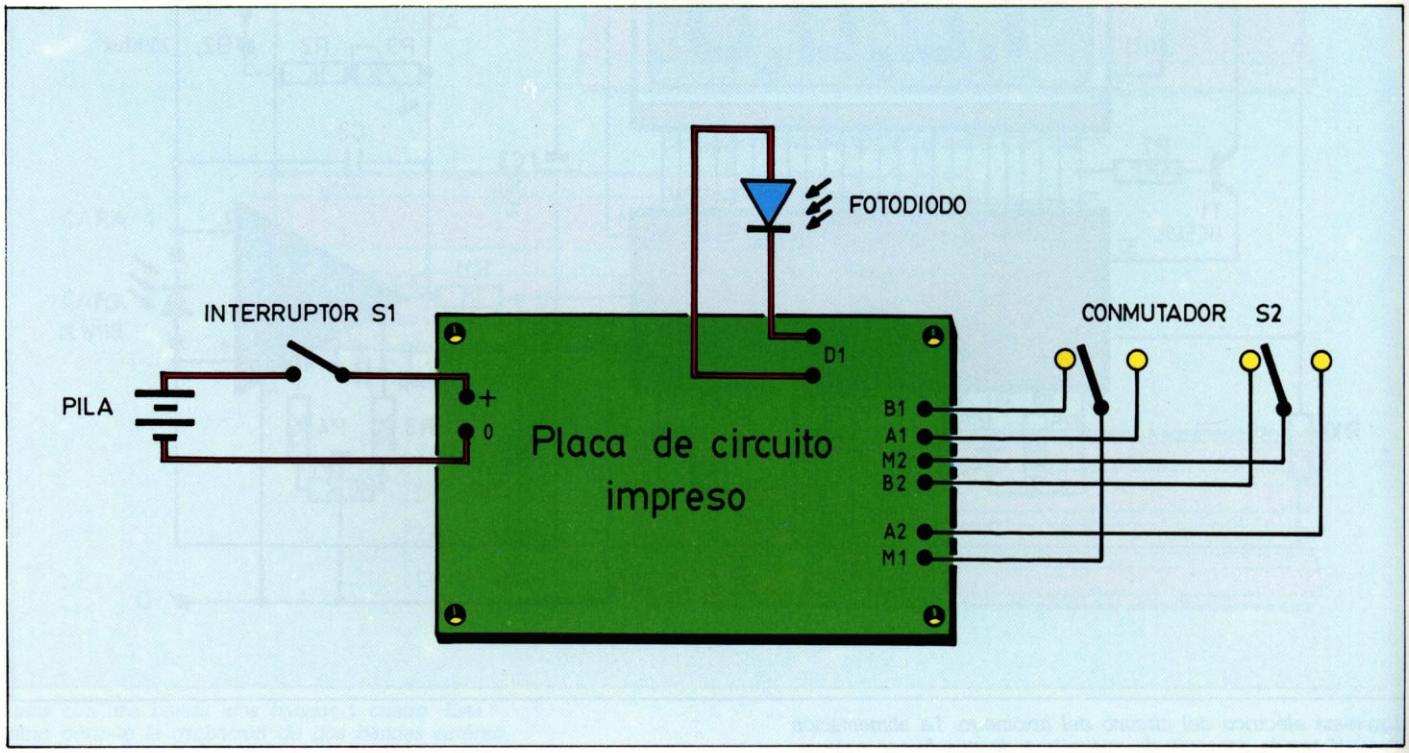



*Diagrama de interconexión entre el circuito impreso y el resto de componentes del equipo.*

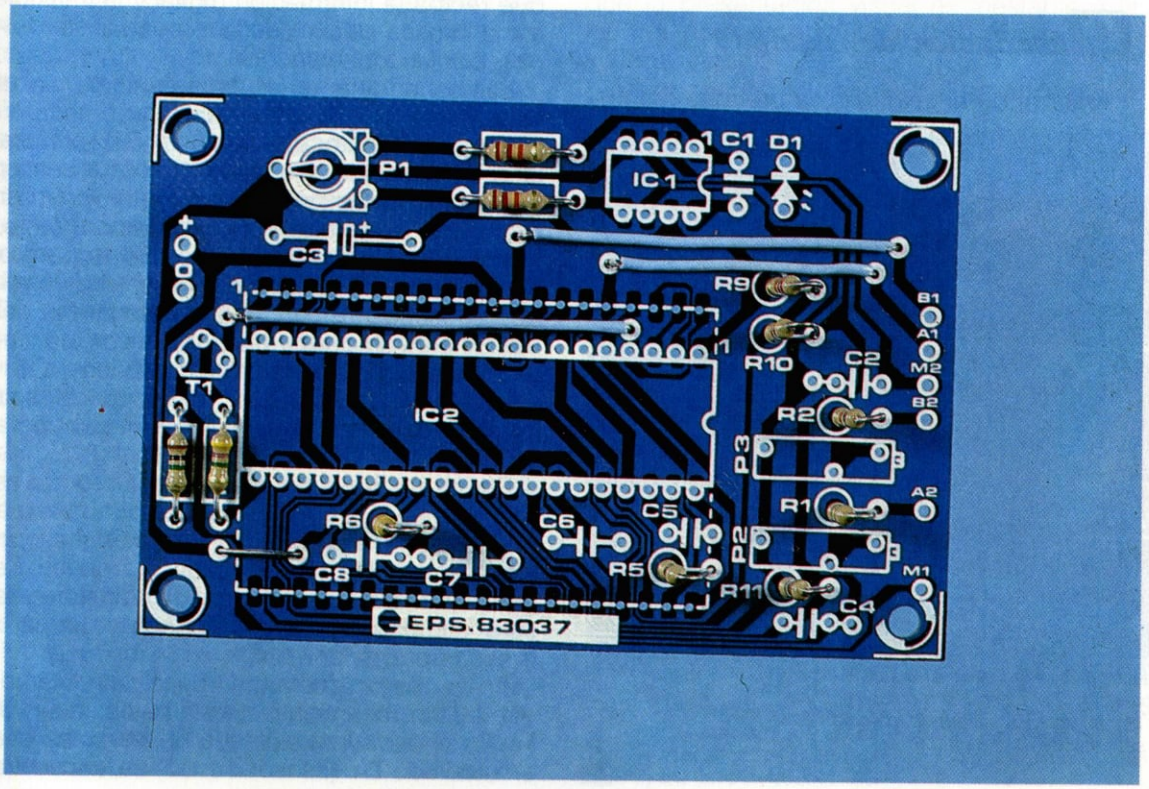
## Unidades de medida luminosa

La unidad de medida empleada universalmente es el *lux*, y corresponde a intensidad luminosa. Su definición es la siguiente:

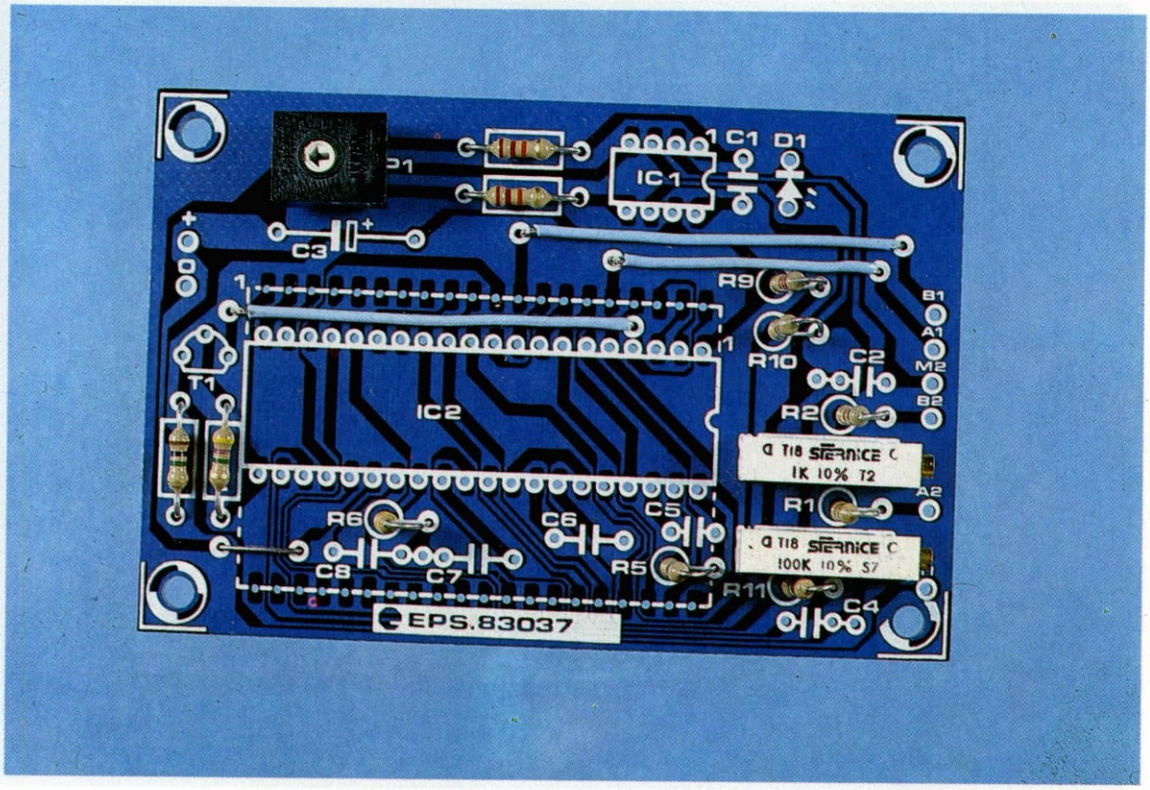
«El *lux* es la unidad equivalente a la iluminación de una superficie que recibe, de manera uniforme, un flujo luminoso de 1 *lumen* por metro cuadrado.»

El *lumen* es el flujo emitido en un *estereorradián* (ángulo sólido) por una fuente puntual uniforme situada en el vértice de este ángulo, con una intensidad de una *candela*.

La *candela* es una intensidad luminosa muy similar a la producida por una vela en-




**1** *En primer lugar se han montado dos puentes conductores con hilo aislado y todas las resistencias. Podemos observar que algunas se instalan en posición vertical.*




**2** *Ahora podemos pasar al montaje de los tres potenciómetros. Según podemos observar, en las posiciones P2 y P3 se instalarán los multivueltas.*

cendida.

De las definiciones de *lux* y *lumen* basadas en flujos luminosos y superficies, se deduce que si la fuente luminosa es puntual la densidad del flujo luminoso decrecerá al alejarnos de dicha fuente. Esta disminución será proporcional al cuadrado de la distancia.

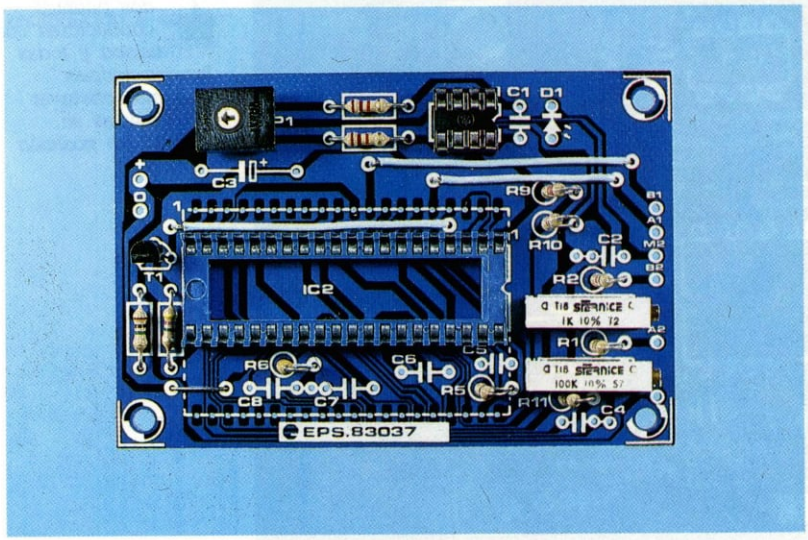
## Descripción del equipo

Analizando el luxómetro a grandes rasgos, podemos deducir que se compone de tres partes básicas: un sensor o transductor luz-corriente eléctrica que detecte la intensidad de luz y la transforme a una intensidad de corriente proporcional, un convertidor analógico-digital que transforme la información anterior a una forma digital para poder ser representada y un display o presentador digital que reciba la información digital y la transforme a dígitos decimales que puedan ser leídos por un observador.

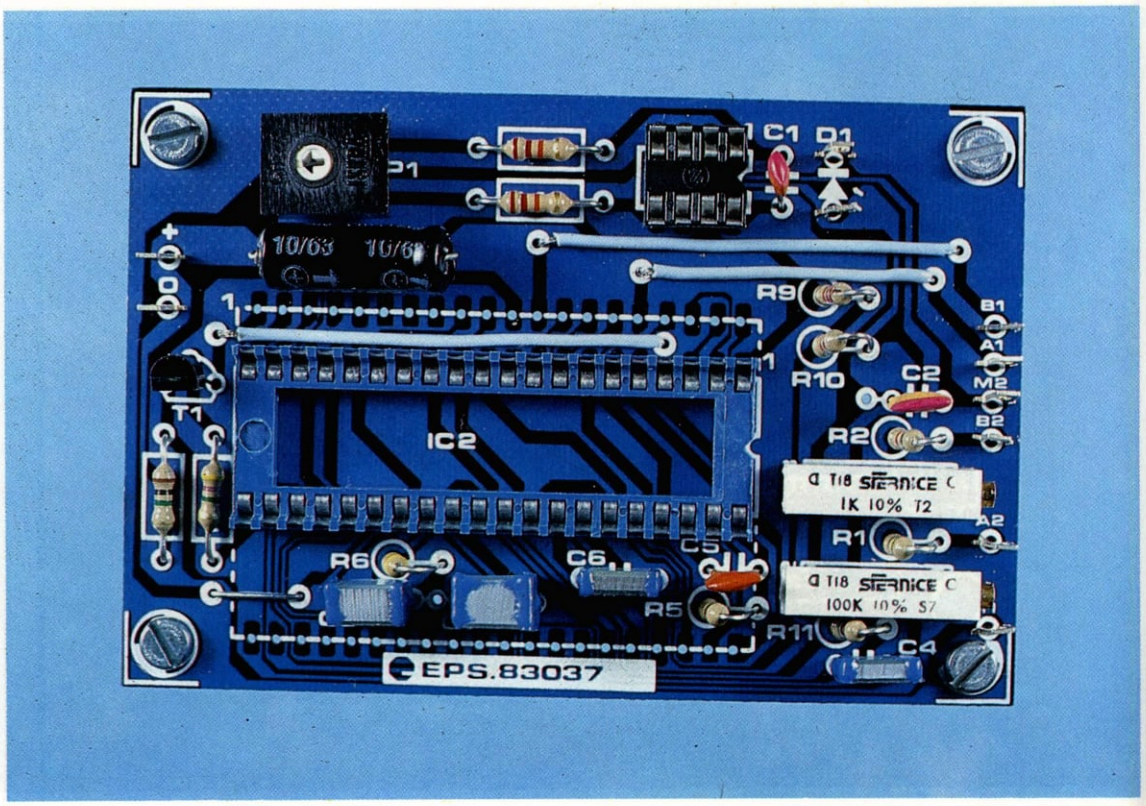
Vamos a detenernos primeramente en el sensor, por la gran importancia que tiene en el funcionamiento del conjunto. La primera idea que se nos ocurre es que este sensor deberá ver la luz de una manera muy similar a como lo hace el ojo humano; por lo tanto, hay que buscar un dispositivo que tenga una sensibilidad al espectro de radiaciones electromagnéticas visibles muy parecida a la del ojo. Esto es un objetivo imposible con los medios actuales; sin embargo, una buena aproximación la constituye el fotodiodo del tipo BPW21, que es el que hemos elegido para este diseño.

Por otra parte, su curva de transferencia es muy lineal, lo que es muy importante para proporcionarnos buenas mediciones, sin error apreciable, en amplios márgenes de funcionamiento. Este factor de transferencia está comprendido entre 7 nA/lx y 10 nA/lx (nanoamperios por lux).

En lo que respecta al circuito vamos a ver que su funcionamiento resulta bastante sencillo. En el esquema eléctrico observamos que el fotodiodo D1 (sensor de luz) se encuentra




**3** *Acto seguido realizaremos el montaje del únido transistor, en la posición T1. Después montaremos los dos zócalos para los integrados haciendo coincidir sus muescas con las señales de la serigrafía.*




**5** *Para efectuar el conexionado con el resto de elementos es necesario insertar y soldar terminales de espadín en todos los puntos necesarios, incluyendo las conexiones del fotodiodo D1. También montaremos los separadores.*

conectado entre las entradas inversora y no inversora del amplificador IC1, lo que le supone un cortocircuito virtual y elimina la influencia de su propia corriente de fugas.

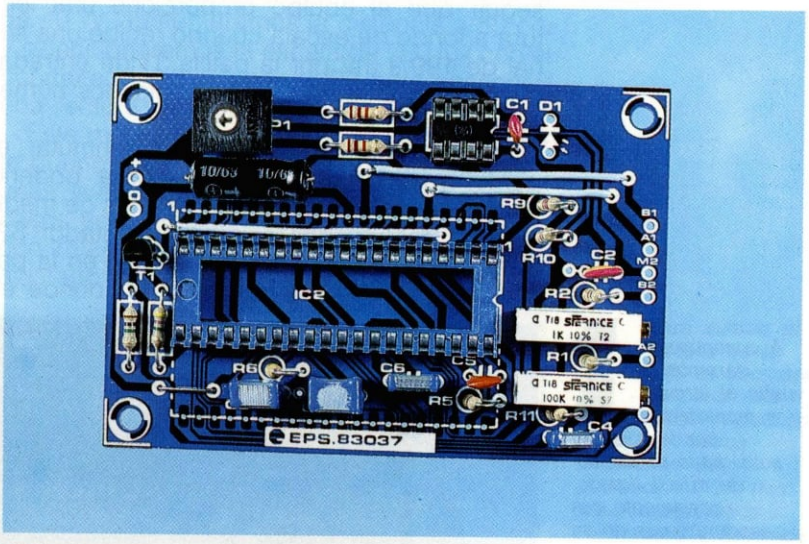
En estas condiciones, la corriente que genera el fotodiodo es directamente proporcional a la iluminación recibida, provocando en la salida de IC1 una tensión también proporcional. Con objeto de disponer de dos diferentes escalas de medida se han situado dos redes resistivas de alimentación distintas, seleccionables mediante el conmutador S2. Con la red de menor valor óhmico constituida por P3 y R2 ajustaremos la escala de menor ganancia, que corresponde lógicamente a la de mayor intensidad luminosa. Por lo tanto, la red formada por P2 y R1 define la escala de mayor ganancia y corresponde a las intensidades luminosas más bajas. El condensador C2, empleado también como realimentación, limita la respuesta a frecuencias altas y previene posibles oscilaciones no desadas del amplificador IC1.

Además de todo lo anterior, se precisa también una red para ajuste de «offset» y calibración de cero en la escala. Esta red está formada por las resistencias R3, R4 y el potenciómetro P1.

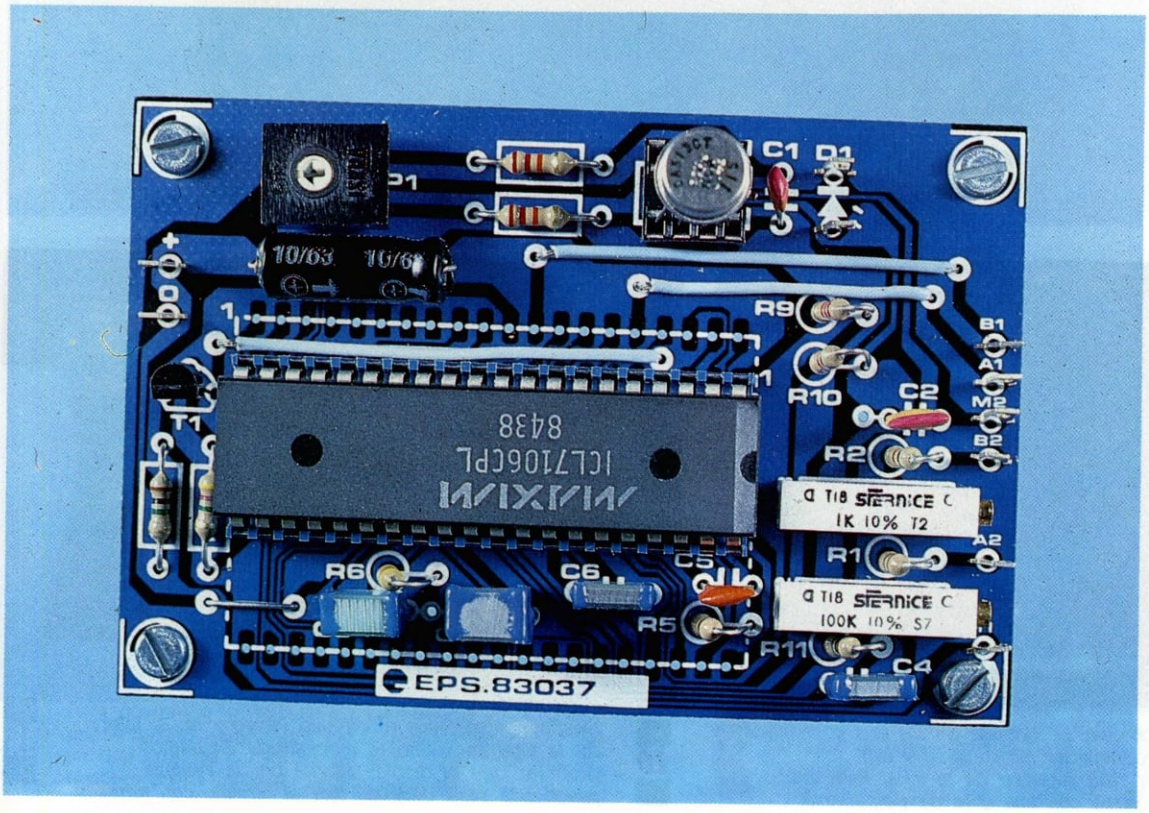
La señal de salida de IC1 se lleva a la entrada del circuito integrado IC2 a través de un filtro paso bajo formado por R11 y C4. Este filtro permite eliminar las fluctuaciones de la iluminación cuya intensidad deseemos medir. Con ello evitaremos, por ejemplo, las oscilaciones de las fuentes de luz artificial alimentadas con corriente alterna, las cuales poseen una cierta pulsación, a una frecuencia doble de la de la corriente alterna y que resulta totalmente inapreciable para el ojo humano.

Para estudiar el comportamiento de este filtro podremos probar a eliminarlo, una vez puesto en marcha el equipo, cortocircuitando la resistencia R11. Observaremos entonces que la presentación visual es inestable y la lectura correspondiente a la iluminación resultaría ilegible.

En el circuito integrado IC2 se encuentran




**4** *Los condensadores no se han instalado todavía, por lo que pasaremos a montarlos. La posición de sus terminales es indiferente en todos los casos, salvo para el electrolítico C3.*




**6** *Para completar esta primera parte del montaje instalaremos los dos circuitos integrados en sus zócalos. En el caso de que IC1 sea de cápsula metálica, podrá también ser insertado preformando ligeramente sus terminales.*

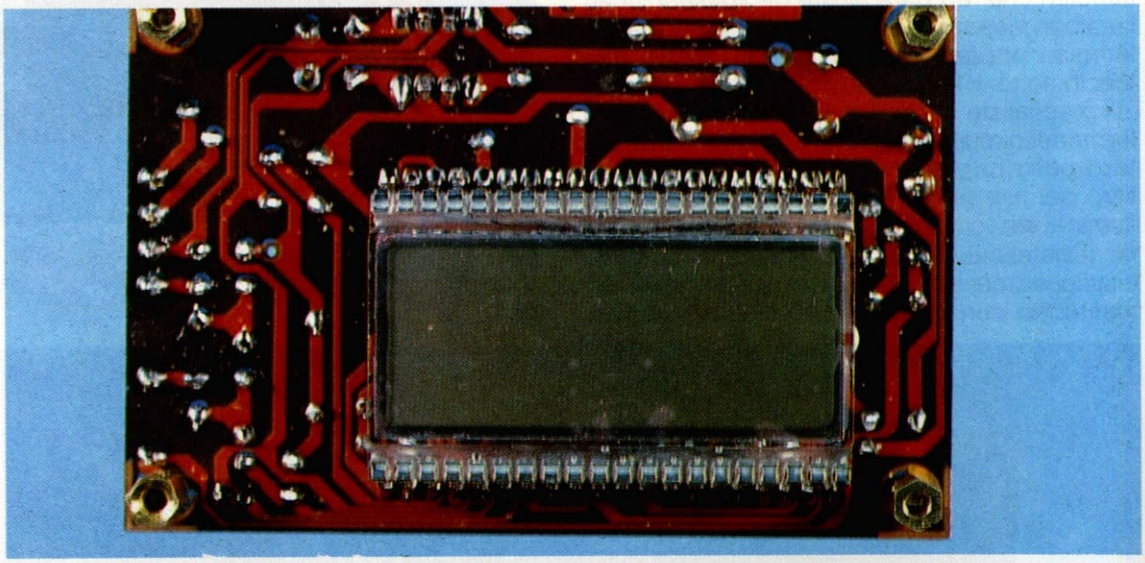
todas las funciones requeridas para realizar la conversión de la señal analógica de la entrada (patilla 31) en una información directamente aplicable a displays de 7 segmentos. Este integrado proporciona una tensión de referencia de 2,8 V, por debajo de + V, a través de la patilla 32 (COMMO) que se utiliza como cero o punto común para las patillas 30 y 35 (IN LO y REF LO), así como para el fotodiodo D1 y la resistencia R10. Esta resistencia, junto con la R9, proporciona una tensión fija de 100 mV para aplicar a la patilla 36 (REF HI), cuyo objeto es conseguir que el equipo proporcione una lectura a fondo de escala cuando recibe una señal de 199,9 mV por la patilla 31 de entrada. Con ello aparecerán en el display los números 1999.

Por otra parte, necesitamos conmutar el punto decimal en el display para poderlo adoptar a las dos diferentes escalas de medida que se obtienen con el conmutador S2. Para ello se toma la señal presente en la patilla 21 y se lleva al transistor T1, donde es invertida, llevándose de su colector a otra sección del conmutador S2, el cual la aplica a las patillas 12 ó 16 del display.

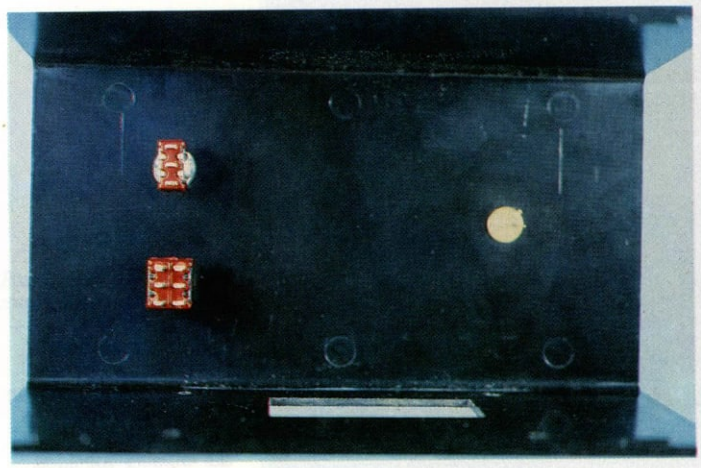
El equipo puede alimentarse a partir de una pila de 9 V tipo 6F22, lográndose con ello una total autonomía. No obstante, también podremos dotarle de una entrada exterior de alimentación para poderle conectar a cualquier alimentador de continua de los existentes en el comercio.

## Algunos consejos para el montaje

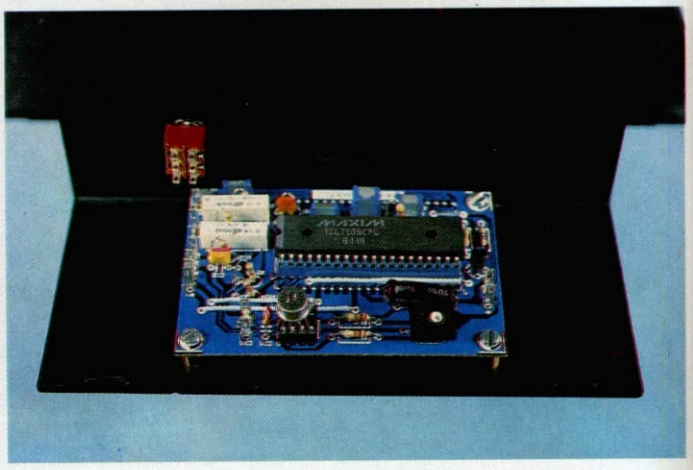
El circuito impreso de este aparato está preparado para alojar, sin problema, todos los componentes del equipo. Sin embargo, es conveniente destacar que el display de cristal líquido debe montarse por el lado del cobre de la placa, así como el fotodiodo D1. Al montar el circuito sobre una caja será necesario separar este diodo de la placa, fijándole con una gota de pegamento sobre la cara su-



*7 A continuación daremos la vuelta al circuito y montaremos por la cara de soldaduras el display de cristal líquido. Previamente nos aseguraremos de su orientación correcta observando lateralmente sus puntos decimales.*



*9 Aquí podemos observar el montaje de los dos conmutadores (interruptores y conmutador de escalas) y del fotodiodo sobre la cara superior de la tapa. Este último elemento puede fijarse con una gota de pegamento.*



*10 Después situaremos el circuito impreso en el lateral de la tapa previamente mecanizada. Debemos procurar que el display asome por la ventana practicada para después fijar el circuito con tornillos.*

perior de la tapa de aquélla para así facilitar la captación de la luz incidente.

Para montar bien el display es necesario tomar sus propios puntos decimales como referencia. Estos se hacen ligeramente visibles cuando se mira el display con un ángulo apropiado, el cual se encuentra enseguida con pocos intentos. El display estará correctamente situado en la placa cuando los puntos decimales se encuentran hacia la misma zona de la placa que el fotodiodo.

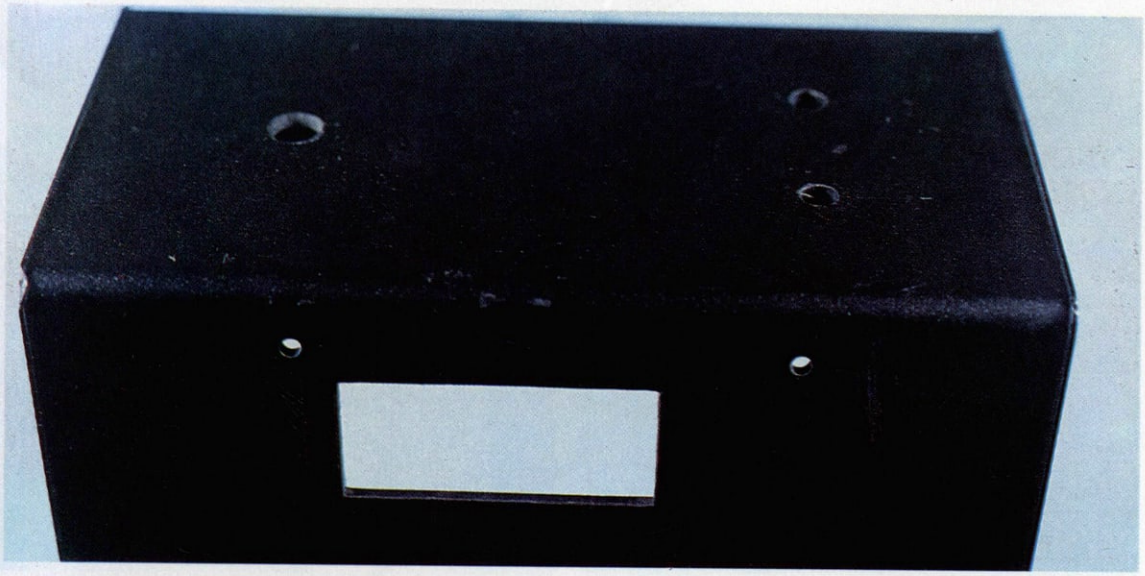
## Ajuste y puesta a punto

Para calibrar el equipo hay que contar con dos lámparas incandescentes del modelo más corriente: una de 40 W y otra de 100 W, que habrán de instalarse una tras otra sobre un casquillo portalámparas sin reflector y en ausencia de cualquier otra fuente de luz en las proximidades. Tampoco deberá haber espejos ni cualquier otra superficie reflectante en la zona circundante.

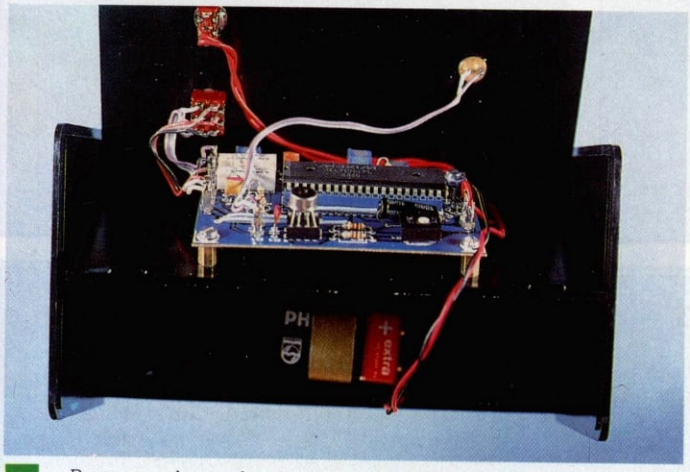
Para comenzar la calibración es necesario deslumbrar o iluminar fuertemente el fotodiodo D1 y ajustar la lectura 000 mediante el potenciómetro P1. En el caso de que no se consiguiera, habrán de modificarse los valores de R3, R4 y P1, pasándolos a: R3 = R4 = 10 K y P1 = 100 K.

A continuación pondremos el conmutador S2 en la posición correspondiente a 20.000 lux, situando el luxómetro a 30 cm. de la lámpara de 100 W, que irá colocada directamente encima del fotodiodo. En esta situación retocaremos P3 para conseguir una lectura de 1,00 en el display (equivale a 1.000 lux). A continuación sustituiremos la bombilla por la de 40 W, aumentaremos la distancia a 50 cm y seleccionaremos la escala de 200 lux con el conmutador S2, ajustando P2 para conseguir una lectura de 150,0 lux.

Este método puede resultar suficientemente bueno para aplicaciones que no necesiten unas precisiones muy elevadas. Para otros casos será necesario efectuar la calibración con referencia a un luxómetro debidamente ajustado por un laboratorio profesional.



**8** *Para instalar el circuito en la caja es necesario preparar ésta previamente, realizando todos los orificios necesarios. Así, podemos ver los tres taladros destinados a conmutador y fotodiodo, así como la ventana para el display.*




**11** *Para completar el aparato será necesario efectuar la interconexión entre todos los elementos exteriores del circuito con los espadines de éste. Obsérvese que también se ha montado la pila para alimentación.*

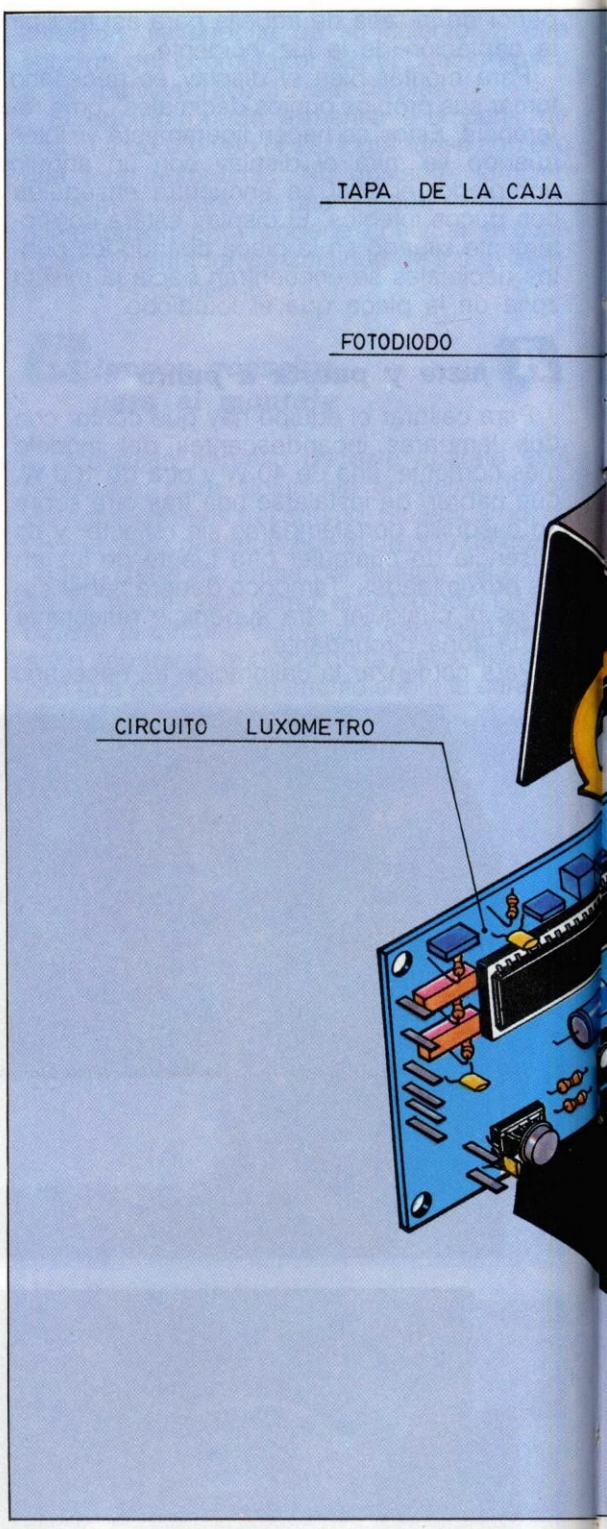
**12** *Aspecto del equipo totalmente terminado, después de montar la tapa sobre la base. Con esta disposición del display podremos realizar medidas de luz sin que ésta nos moleste para las lecturas de los valores.*

## VALORES RECOMENDADOS DE INTENSIDAD DE LUZ PARA DIVERSAS ACTIVIDADES

| Exigencias ópticas | Ejemplos | Iluminación recomendada (en lux) |
|---|---|---|
| Débil | Orientación en locales cerrados | 100 |
| Media | Manipulación de objetos de tamaño medio | 400 |
| Normal | Examen de detalles, lectura, soldadura de circuitos impresos | 800 |
| Fuerte | Construcción y verificación de trabajos electrónicos de precisión | 1.500 |
| Extrema | Trabajos de relojería | 3.000 |

## ALGUNOS VALORES DE REFERENCIA PARA LA ILUMINACION, EN DIVERSAS CONDICIONES QUE PUEDEN DARSE EN LA PRACTICA

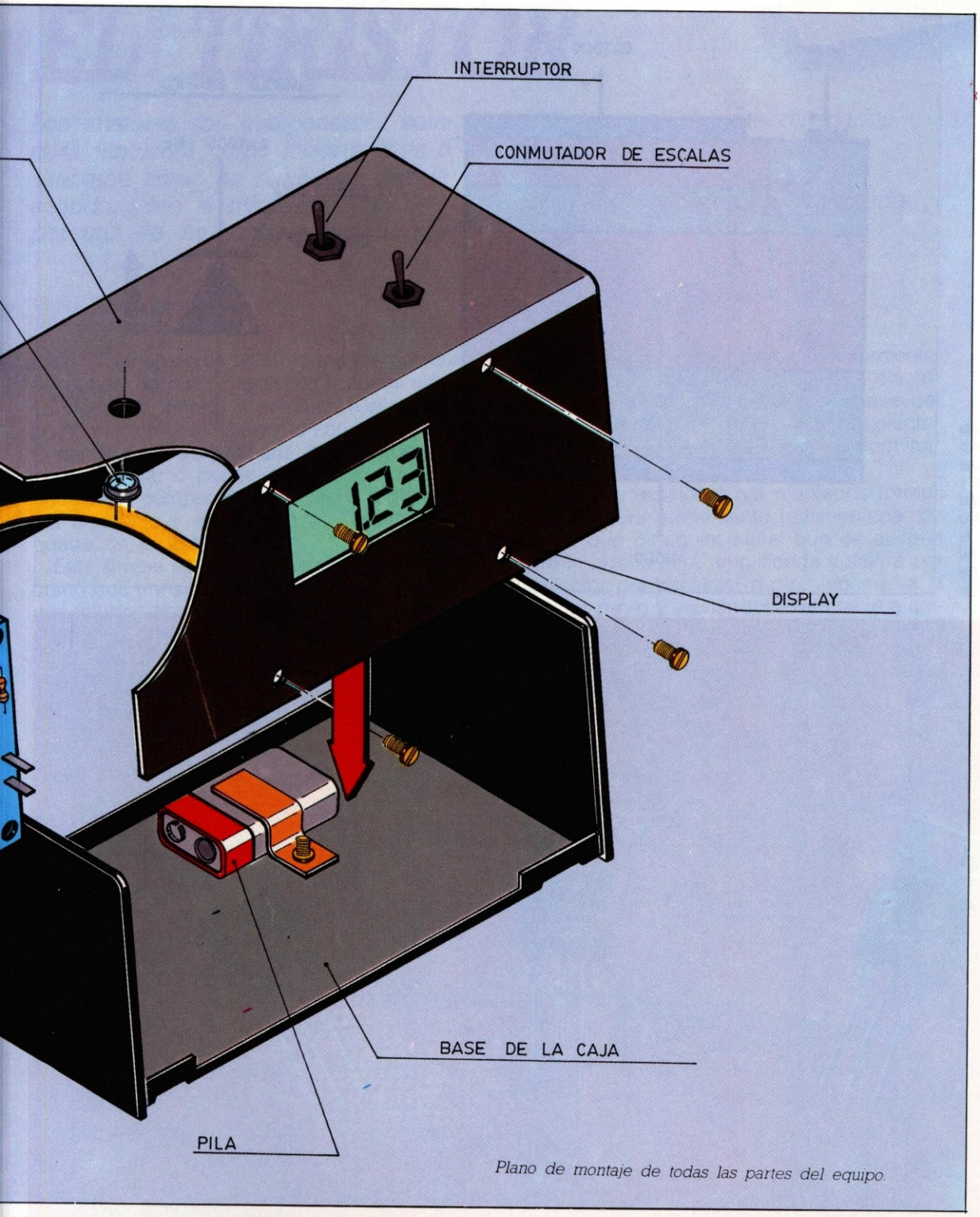
| Iluminación natural | Iluminación en lux |
|---|---|
| Luna plena y cielo despejado | 0,3 |
| Día de invierno y cielo cubierto | 900 ... 2.000 |
| Día de invierno y cielo despejado | 9.000 |
| Día de verano y cielo cubierto | 4.000 ... 20.000 |
| Día de verano y cielo despejado | 100.000 |
| **Iluminación artificial** | |
| Luz de una candela a 1 m | 1 |
| Carretera nocturna | 4 |
| Calle bien iluminada (de noche) | 16 |
| Escaleras y andenes del metro | 30 ... 60 |
| Sótano y lavabos | 120 |
| Salas de estar y oficinas | 250 |
| Bibliotecas y tiendas | 500 |
| Talleres y estudios de dibujo | 1.000 |




## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 -Resistencia 100 K ¼ W (marrón, negro, amarillo).
R2 -Resistencia 1 K ¼ W (marrón, negro, rojo).
R3 -Resistencia 22 K ¼ W (rojo, rojo, naranja).
R4 -Resistencia 22 K ¼ W (rojo, rojo, naranja).
R5 -Resistencia 100 K ¼ W (marrón, negro, amarillo).
R6 -Resistencia 47 K ¼ W (amarillo, violeta, naranja).
R7 -Resistencia 4,7 M ¼ W (amarillo, violeta, verde).
R8 -Resistencia 1 M ¼ W (marrón, negro, verde).
R9 -Resistencia 27 K ¼ W (rojo, violeta, naranja).
R10-Resistencia 1 K ¼ W (marrón, negro, rojo).
R11-Resistencia 1 M ¼ W (marrón, negro, verde).
P1 -Potenciómetro 50 K para circuito impreso.
P2 -Potenciómetro 100 K multivuelta.
P3 -Potenciómetro 1 K multivuelta.




*Plano de montaje de todas las partes del equipo.*

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 56 pF cerámico.
C2 - Condensador 220 pF cerámico.
C3 - Condensador 10 µF electrolítico, 10 V.
C4 - Condensador 100 nF poliéster.
C5 - Condensador 100 pF cerámico.
C6 - Condensador 100 nF poliéster.
C7 - Condensador 470 nF poliéster.
C8 - Condensador 220 nF poliéster.

*DIODOS Y TRANSISTORES*

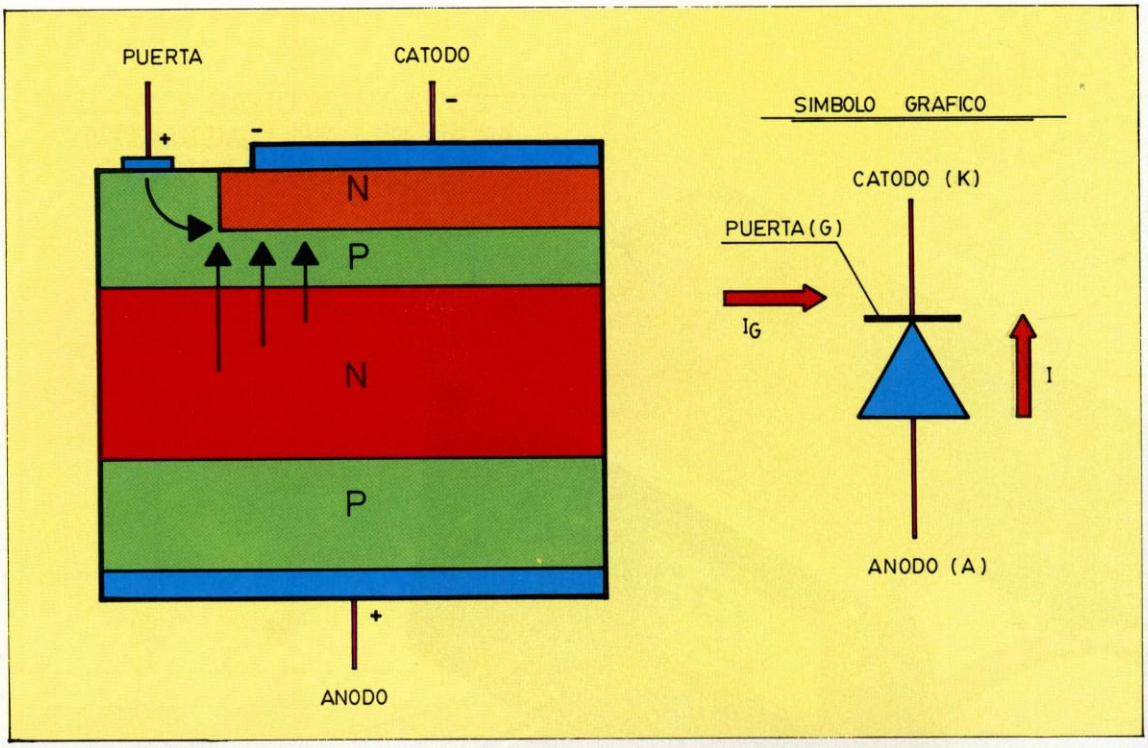
D1 - Fotodiodo BPW21.
T1 - Transistor BC549C.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

IC1 - Circuito integrado CA3130.
IC2 - Circuito integrado 7106.

*VARIOS*

— Display cristal líquido de 3 $^1/_2$ dígitos.
— Interruptor.
— Conmutador 2 circuitos/2 posiciones.
— Espadines.
— Separadores.
— Tornillos.
— Clip para pila 6F22.
— Caja.




*Estructura de las cuatro regiones o zonas semiconductoras de un tiristor y símbolo gráfico del mismo. Entre paréntesis se indica la nomenclatura general para identificar los terminales.*

*Tres tiristores del tipo de baja potencia. Sin embargo, pueden ser montados en disipadores, consiguiendo de esta forma controlar mayor potencia.*

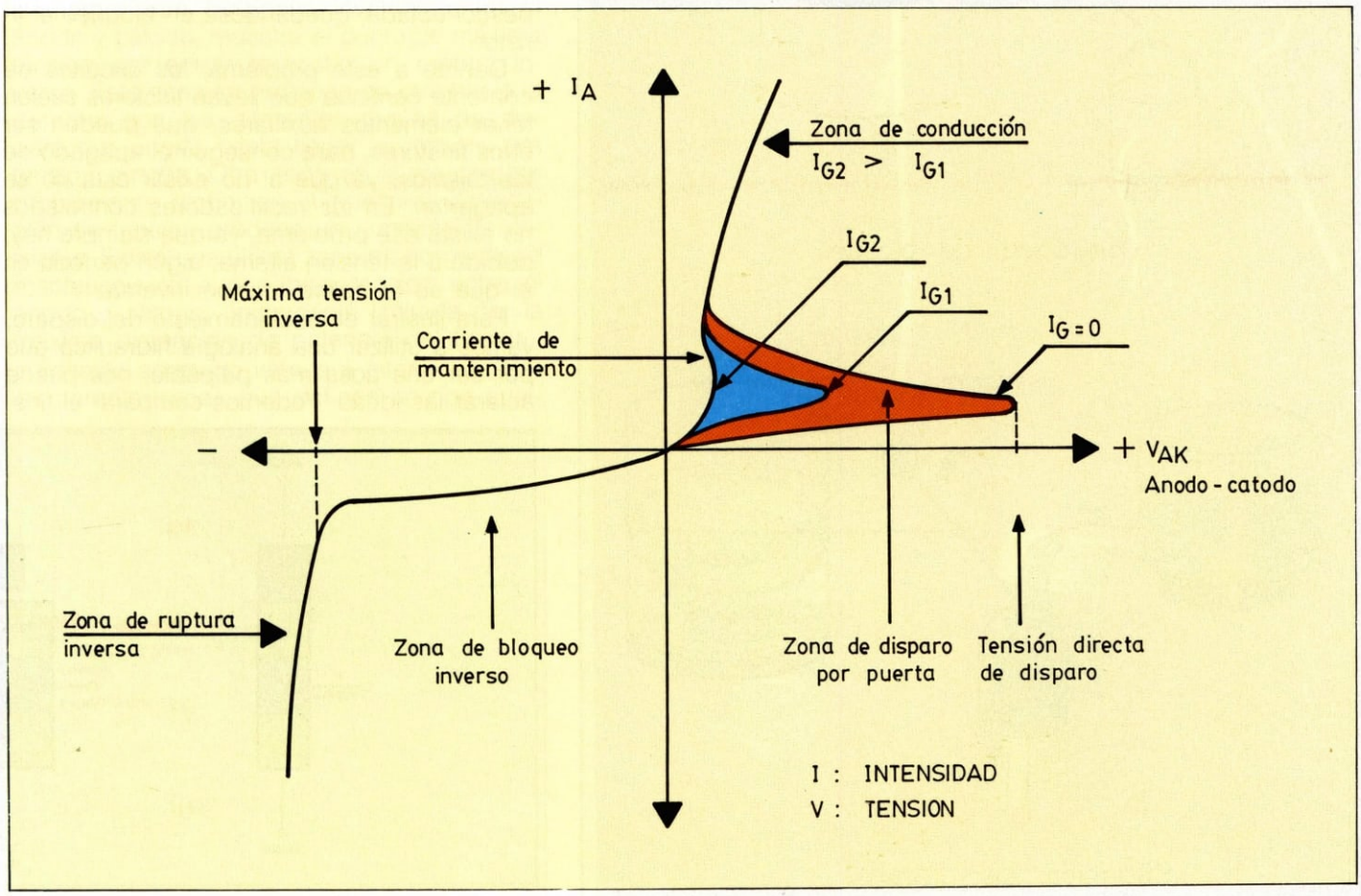
# EL TIRISTOR

*Los tiristores son componentes semiconductores especialmente diseñados para funcionar como interruptores o diodos rectificadores controlados. Trabajan como un diodo, ya que la corriente sólo puede pasar en un sentido, pero la diferencia con éste es que la conducción está controlada por una de las patillas, llamada* puerta.

Los tiristores están formados por una estructura de cuatro regiones o zonas semiconductoras, siendo la primera de ellas de tipo n, que forma el cátodo; la zona en contacto con él es la denominada *puerta*, que sirve para disparar o poner en situación de conducción el componente. La última región forma el ánodo y es de tipo p. La estructura queda de la forma p-n-p-n.

Esta simple estructura puede ser analizada como dos transistores, un p-n-p-n y un n-p-n conectados como se indica en el dibujo, de manera que existirá un primer transistor constituido por el ánodo y las dos zonas siguientes y otro comprendiendo el cátodo junto con las dos regiones mencionadas anteriormente. Los dos transistores estarán unidos eléctricamente de la siguiente forma: la base del p-n-p con el colector de n-p-n; y el colector del p-n-p con la base del n-p-n y al terminar que hace de puerta.

Los dos transistores así montados forman una estructura fuertemente realimentada, de manera que cualquier señal que se aplique sobre la puerta será amplificada y saldrá por el colector del transsitor n-p-n, llegando a la base del p-n-p y volviéndose de nuevo a amplificar en el colector de este último, que es el mismo que la patilla de puerta. De esta forma se consigue una rápida saturación y podrá




*Curva característica de un tiristor.*

circular una intensidad entre el emisor del transistor p-n-p que coincide con el terminal que hace de ánodo y el emisor del n-p-n que forma el cátodo del tiristor.

## Control de los tiristores

La entrada en conducción del tiristor depende de la señal que se aplique en su puerta, pero una vez que pasa a este estado ya no depende de ella, porque la fuerte realimentación interna del componente le mantiene en conducción. Así, por este motivo, se puede suprimir la señal de puerta.

Existen otras formas de disparo que conviene conocer, bien porque pueden ser útiles en alguna determinada aplicación o porque se quieren evitar, ya que pueden no ser deseadas. Estas son las siguientes:

1. Al aumentar la tensión entre ánodo y cátodo puede llegar a provocarse la conducción.
2. La variación rápida de la tensión entre ánodo y cátodo puede transmitirse hacia el interior del componente, debido a un efecto capacitivo, iniciándose el proceso de disparo.
3. El efecto de la temperatura es de aumentar la corriente de deriva, por lo que en cuanto alcance el valor suficiente el tiristor pasará a conducción.
4. Existen fototiristores que se disparan al producirse una luz incidente con un comportamiento similar al disparo por puerta.

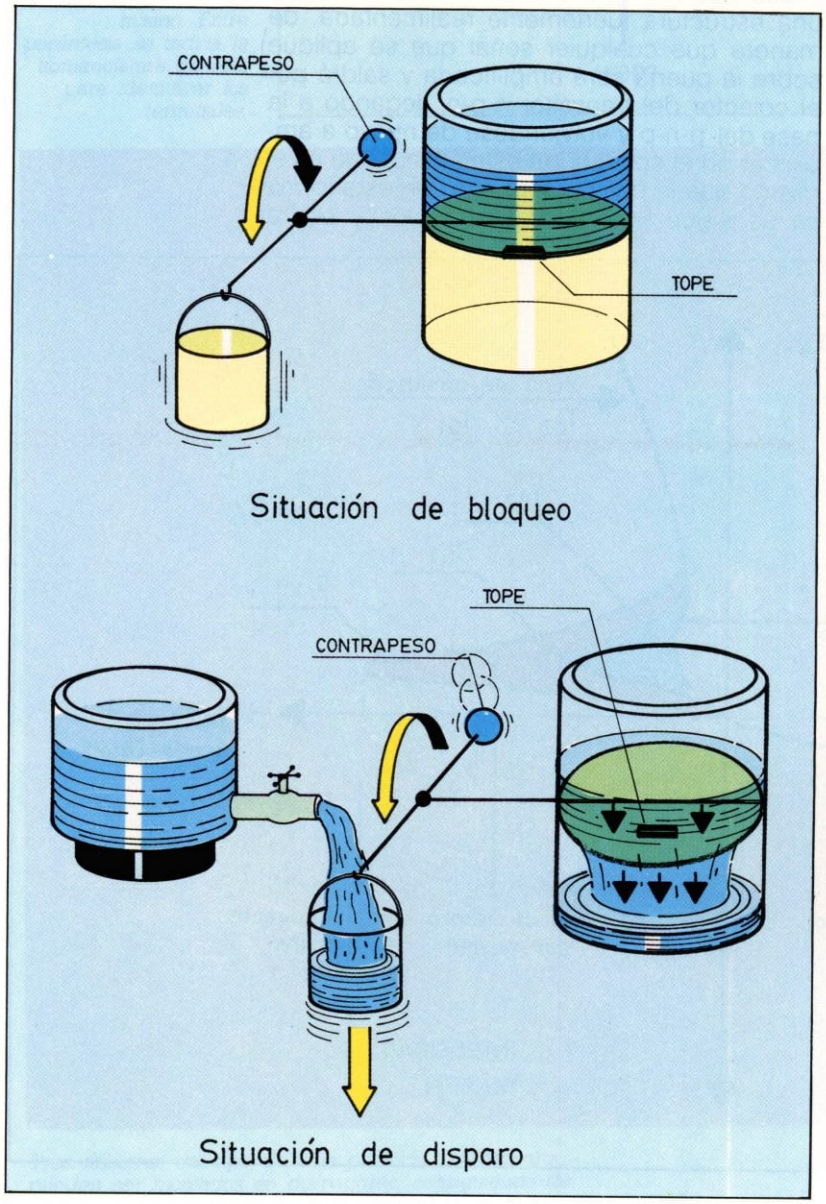
A pesar de la analogía explicada con los transistores, se diferencian totalmente en el control de la intensidad que circula por ellos. Mientras en un transistor, la corriente entre colector y emisor está controlada por la base, en un tiristor no existe ningún control una vez que entra en conducción.

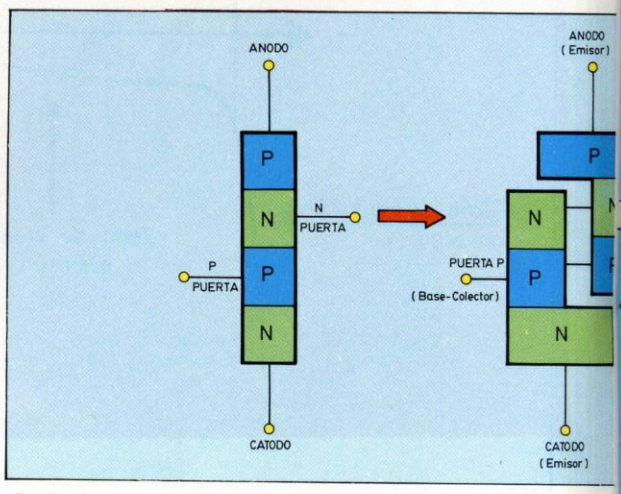
El problema planteado es volver al estado de bloqueo, para que pueda ser controlado de nuevo por alguno de los mecanismos de disparo antes descritos. El único procedimiento consiste en aplicar entre ánodo y cátodo una tensión inversa, con el negativo sobre el ánodo y el positivo sobre el cátodo. De esta forma el tiristor quedará en bloqueo en un tiempo muy corto, denominado *tiempo de bloqueo* («turn-off time» en inglés). Pasado este tiempo, la tensión inversa puede ser desconectada, quedándose en bloqueo el tiristor.

Debido a este problema, los circuitos de corriente continua que llevan tiristores suelen tener elementos auxiliares, que pueden ser otros tiristores, para conseguir el apagado de los mismos, ya que al no existir ésta no se apagarían. En los rectificadores controlados no existe ese problema, ya que siempre hay, debido a la tensión alterna, algún período en el que se le aplica tensión inversa.

Para ilustrar el funcionamiento del disparo, vamos a utilizar una analogía hidráulica que por ser una cosa más palpable, nos puede aclarar las ideas. Podemos comparar el tiris-

*Analogía hidráulica del mecanismo de disparo de un tiristor.*




*Analogía entre tiristor y dos transistores.*

tor con un gran recipiente de agua, cuya salida está controlada por una válvula de tipo mariposa que sólo puede girar para un lado. El mecanismo que acciona la válvula consiste en un recipiente sujeto a un balancín con un contrapeso, de forma que con el recipiente vacío el contrapeso mantiene la válvula cerrada. En este estado simulamos el tiristor en bloqueo.

El mecanismo que desencadena el disparo se puede comparar con el hecho de llenar el cubo con la suficiente cantidad de agua, para que venza el contrapeso y se abra la válvula, dejando vía libre al agua contenida en el recipiente. La única forma de volverle a bloquear es cerrar la válvula y vaciar el cubo, esto es similar a aplicar una tensión inversa entre cátodo y ánodo del tiristor.

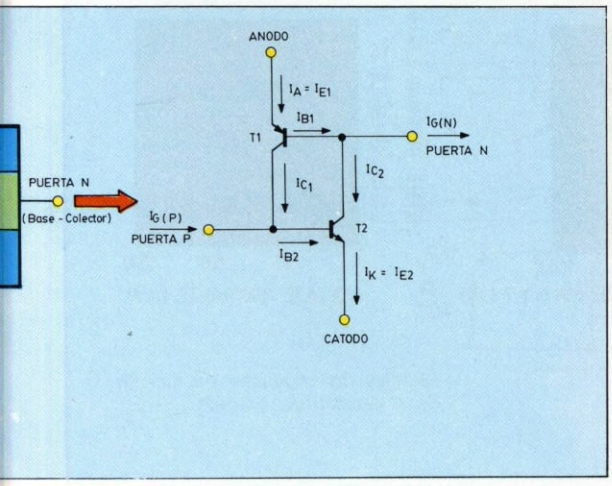
## Características de un tiristor

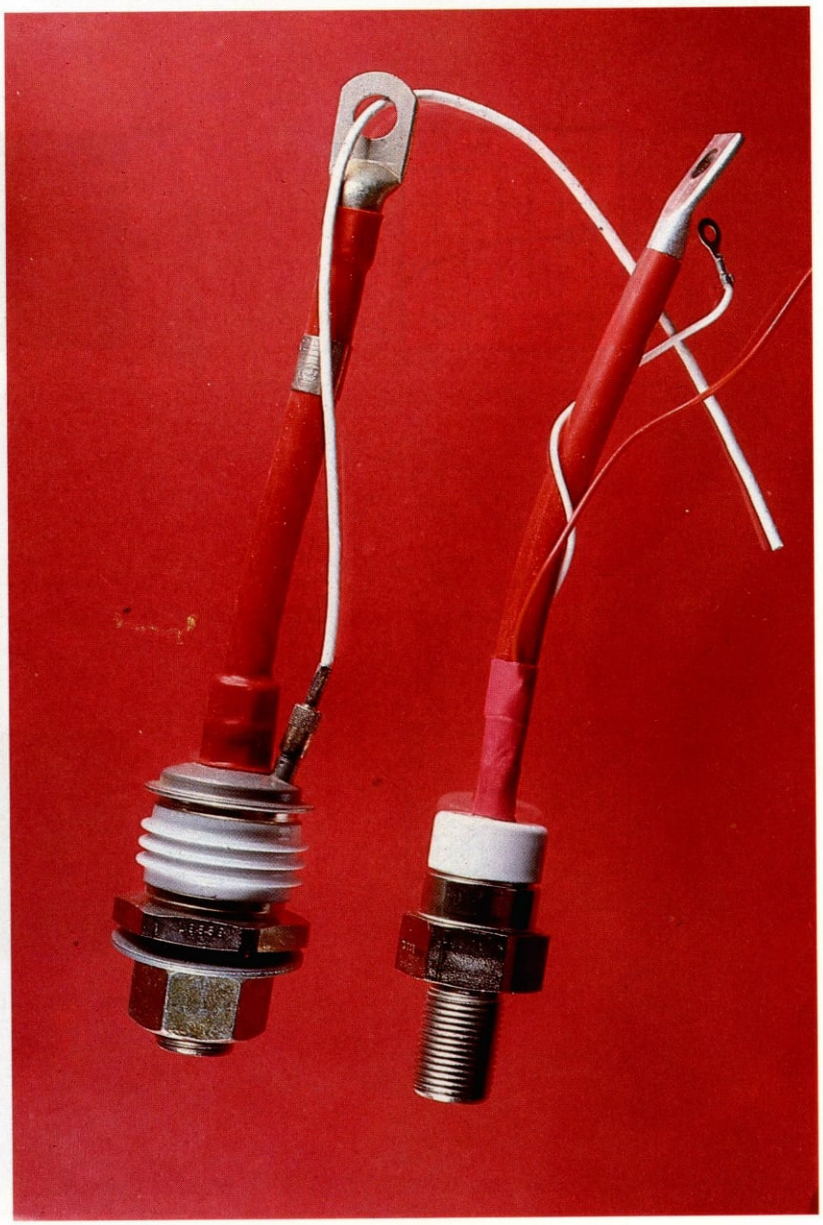
El funcionamiento de un tiristor está perfectamente definido por sus curvas características, en las que se representa en el eje horizontal la tensión entre ánodo y cátodo y en el eje vertical la corriente. Suelen dibujarse diferentes curvas para diversos valores de tensión de disparo de puerta.

Estas curvas tienen cuatro zonas perfectamente definidas; la primera situada a la izquierda, con tensiones inversas entre el ánodo y cátodo, muestra el punto de máxima tensión por entrar el tiristor en ruptura inversa. Esta zona se prolonga en otra hacia la derecha con los diferentes puntos de disparo por puerta hasta llegar al disparo por tensión directa. Otra zona es la de disparo propiamente dicho, en la que una disminución de tensión produce un aumento de corriente. Existe una última zona de corriente de mantenimiento a una baja tensión entre el ánodo y cátodo, únicamente limitada por la máxima disipación de potencia del tiristor.

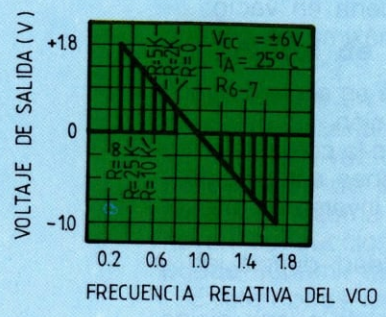
En este apartado vamos a citar y explicar las características que definen un tipo cualquiera de tiristor.

— $V_{RRM}$: tensión inversa de pico repetitiva con la puerta en vacío.
— $V_{DRM}$: tensión directa de pico con el tiristor bloqueado y la puerta en vacío.
— $V_{TM}$: tensión directa máxima en conducción.
— $I_{T(AV)}$: intensidad media en sentido directo en estado de conducción.
— $I_{T(RMS)}$: máximo valor de la corriente directa para unas condiciones establecidas.
— $V_{GRM}$: pico de tensión inversa en la puerta.
— $I_{GDM}$: pico de intensidad directa en la puerta.
— $P_{GM}$: pico de potencia de puerta disipable.
— $I_{GT}$: intensidad continua en la puerta para asegurar el disparo.
— $V_{GT(MAX)}$: máxima tensión de disparo.
— $V_{GT(MIN)}$: mínima tensión de disparo.

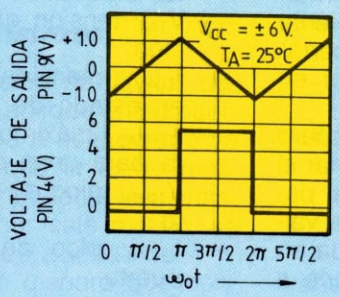


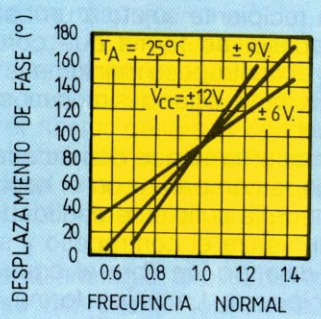
*Dos modelos de tiristores con el mismo tipo de encapsulado, teniendo en cuenta que el superior aguanta una mayor tensión inversa.*



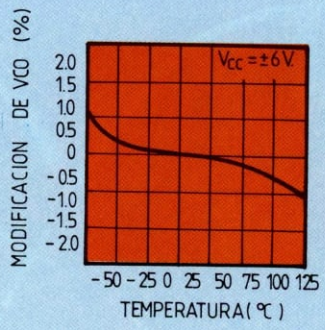

*Margen de control en función de la resistencia.*



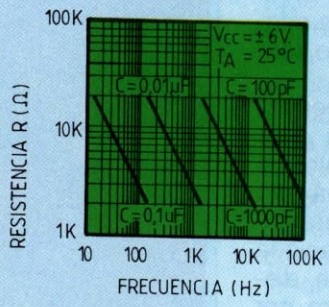

*Formas de onda disponibles en la salida.*



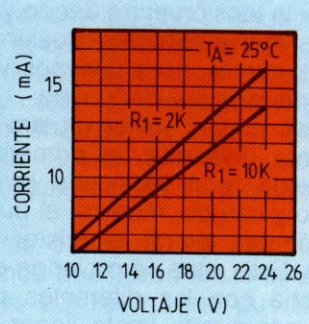

*Desplazamiento de fase entre el VCO y la señal de entrada en función de la frecuencia.*



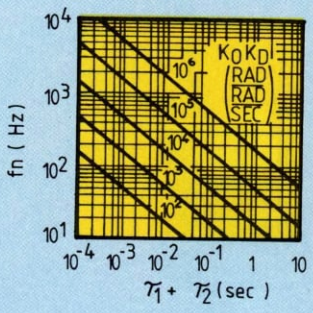

*Frecuencia de oscilación en función de la temperatura.*



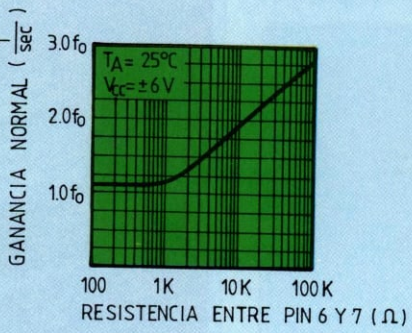

*Frecuencia de oscilación en función de la resistencia.*



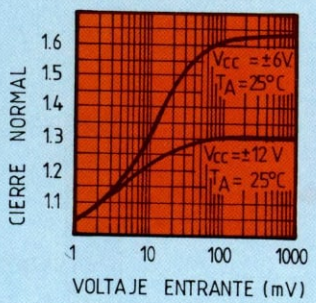

*Consumo de corriente en función de la tensión de alimentación.*




*Constante de tiempo de filtro en función de la frecuencia natural: T1 + T2 = (R1 + R2) × C1.*




*Ganancia del bucle en función de la resistencia.*

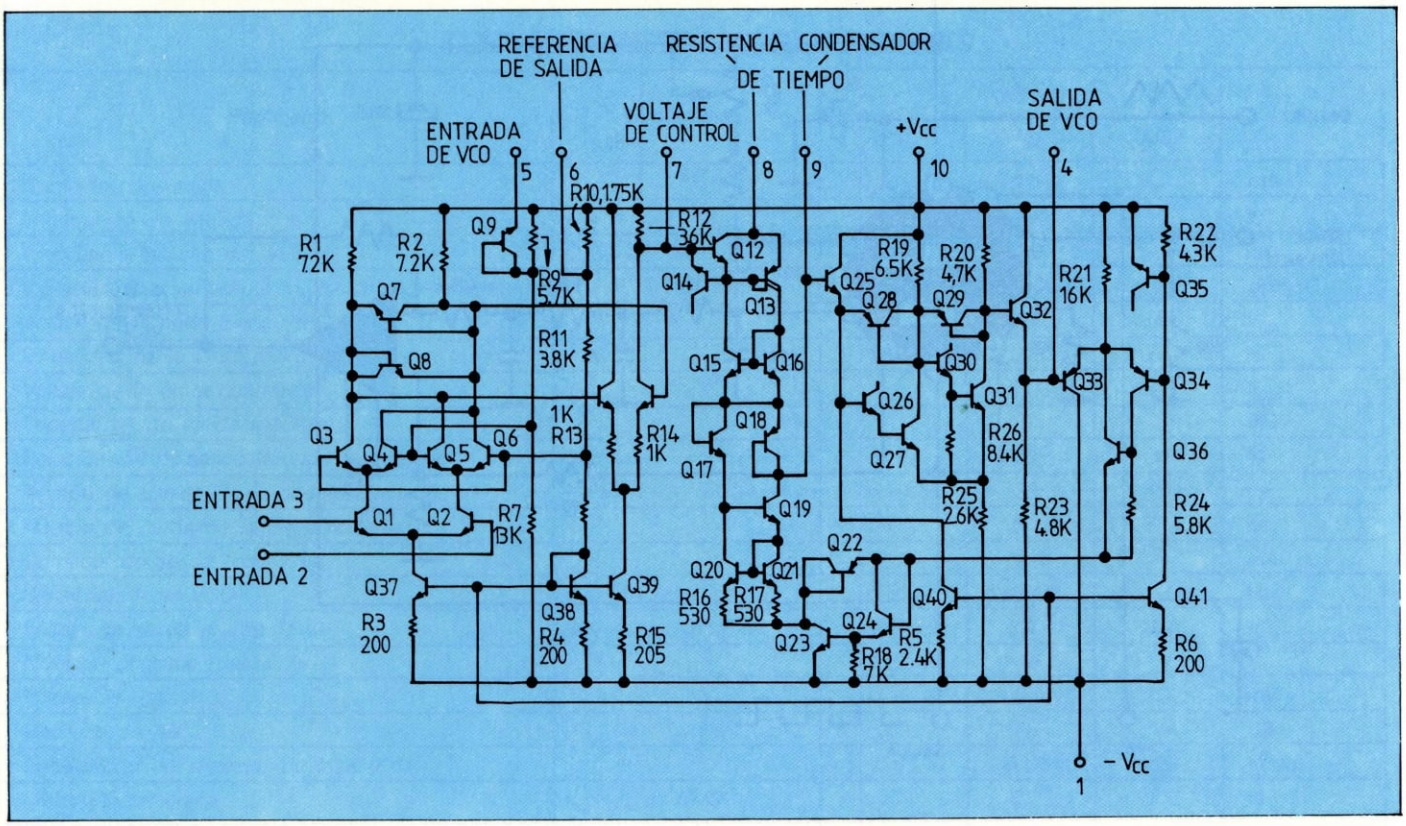



*Margen de enganche en función de la tensión de entrada.*

# EL LM 565

*El LM 565 es un bucle de enganche de fase (phase locked loop) de uso general. Contiene un oscilador controlado en tensión, altamente lineal, para conseguir una baja distorsión en la demodulación de FM (modulación en frecuencia), y dos detectores de fase equilibrados con una buena supresión de portadora. El UCO (oscilador controlado en voltaje) se activa con una resistencia y un condensador; sin variar este último puede proporcionar un ajuste de sintonía de 10:1. Las características del sistema de enganche (ancho de banda, velocidad de respuesta, captura y arrastre en rango) pueden ser ajustadas en un amplio margen con una resistencia y un condensador. El lazo entre el UCO y el detector de fase puede romperse por la inserción de un divisor digital para obtener un multiplicador de frecuencia.*

Como características más notables, podemos destacar la estabilidad en la frecuencia, que es de 200 ppm/°C, y la linealidad de la salida demodulada, con un error del 0,2 %. El voltaje de la fuente de alimentación no es crítico en absoluto, pudiendo ésta variar entre 5 y 12 V simétricos; asimismo, las entradas y salidas son directamente compati-

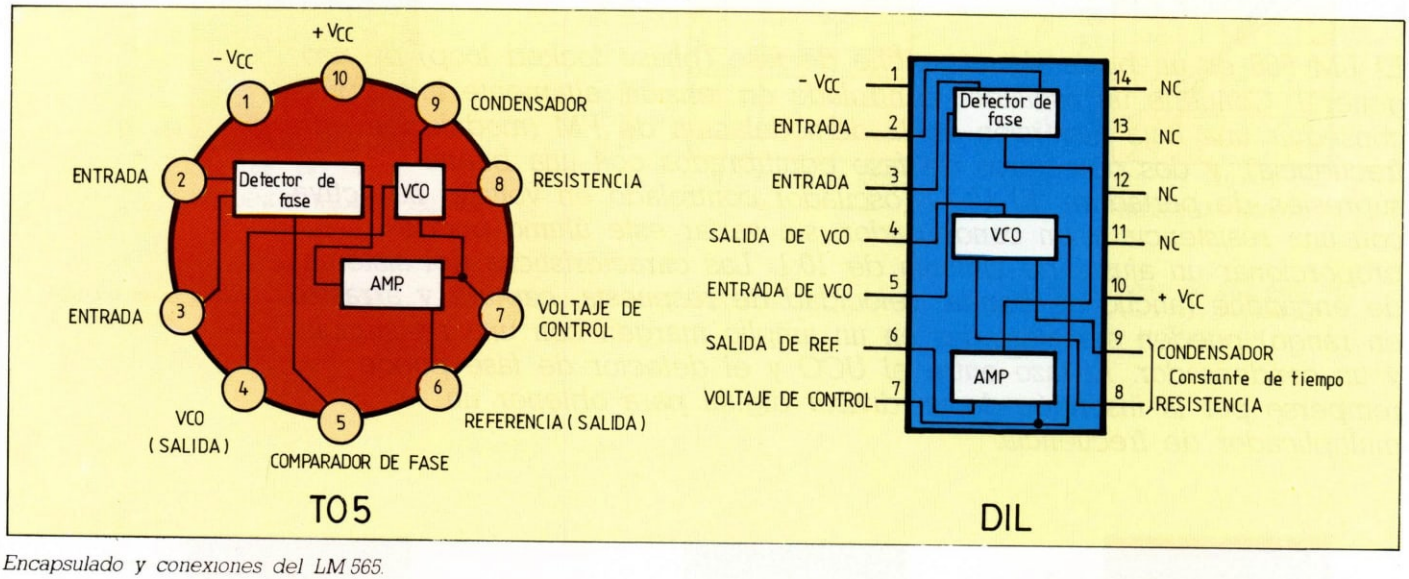



*Esquema completo del LM 565.*

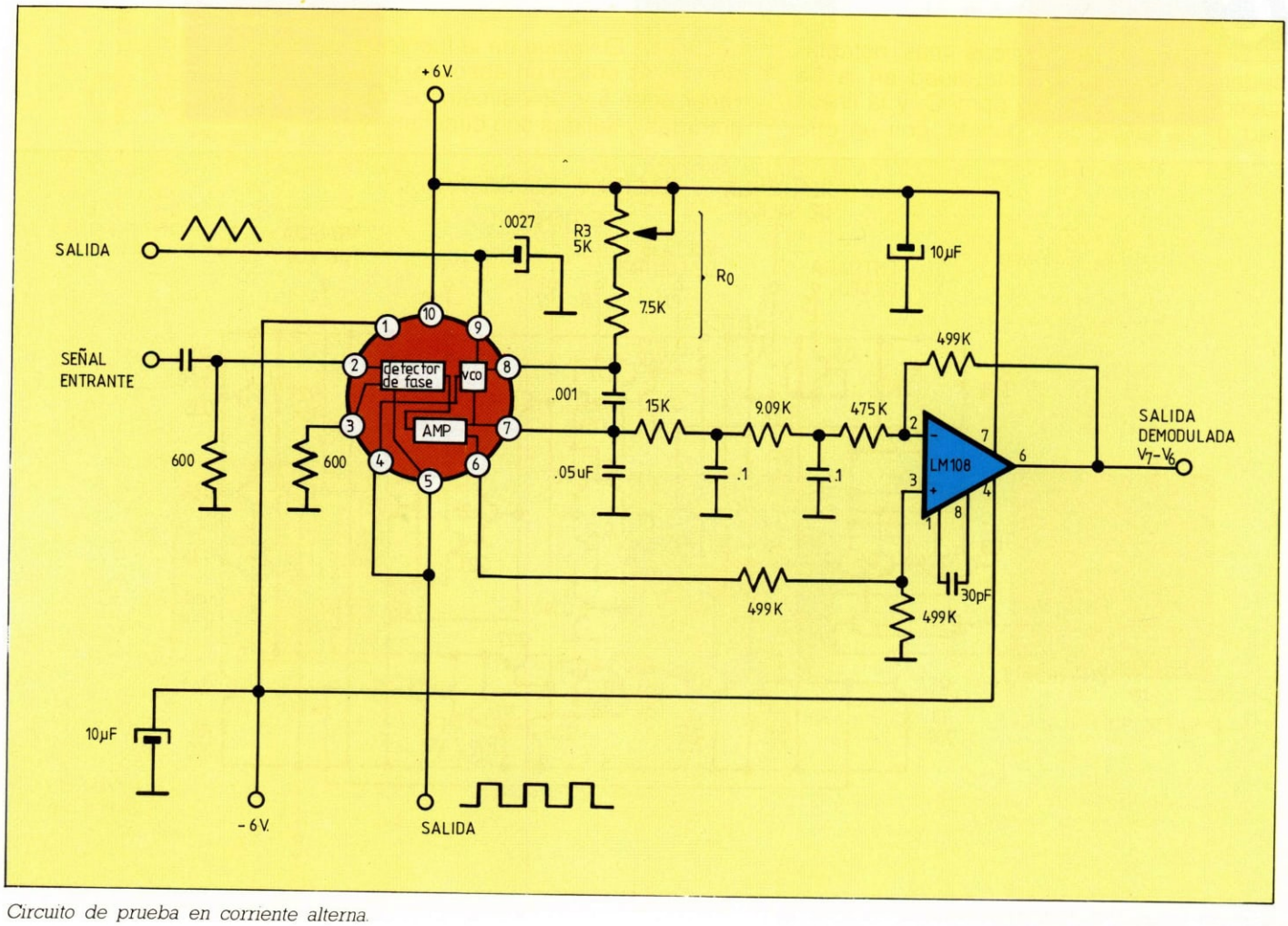
bles con las circuiterías TTL y DLT, estando la onda triangular y la onda cuadrada en fase al cruce por cero. Los márgenes de funcionamiento son ajustables simétricamente entre el 1 y el 60 %.

## Encapsulado

El LM 565 se fabrica en dos encapsulados: encapsulado metálico de potencia formato TO5 para los modelos LM 565H y LM 565CH




*Encapsulado y conexiones del LM 565.*




*Circuito de prueba en corriente alterna.*

y DIL de 14 terminales para el modelo LM 565CN. Ambos modelos son eléctricamente iguales, pero se diferencian en el margen de temperaturas de funcionamiento, que son de −55 a + 125 °C para el LM 565H, y de 0 a 70 °C para los otros dos.

## Aplicaciones

Sincronización de datos y cinta magnética de almacenamiento.
Modems.
Demoduladores FSK para almacenamiento de datos.
Demodulación de FM.
Sintetizador de frecuencia.
Decodificador de tono.
Multiplicador y divisor de frecuencia.
Demoduladores SCA.
Receptores de telemetría.
Regeneración de señales.
Demoduladores coherentes.

## Cálculo de los parámetros de funcionamiento

— Frecuencia de oscilación:

$$fo = \frac{1}{3.7 * R0 * C0} (H_z)$$

— Ganancia de lazo:

$$\text{ganancia de lazo} = Ko \times Kd \left(\frac{1}{S}\right)$$

Ko = sensibilidad del oscilador $\left(\frac{rad/S}{V}\right)$

Kd = sensibilidad del detector de fase $\left(\frac{V}{rad}\right)$

$$Ko \times Kd = \frac{33{,}6 \times F0}{Vc}$$

La ganancia de lazo puede reducirse insertando una resistencia entre los terminales 6 y 7.

— Margen de frecuencia:

$$Fn = \pm \frac{8 \times F0}{Vc}$$

Fo es la frecuencia central de oscilación.
Vc es la tensión total de alimentación.

## Valores límite de funcionamiento

Voltaje de alimentación: ± 12 V.
Potencia disipada: 300 mW.
Entrada diferencial de voltaje: ± 1 V.
Temperatura de funcionamiento:
LM 565H: −55 a +125 °C.
LM 565C: 0 a 70 °C.
Temperatura de almacenamiento: −65 +150 °C.
Picos de temperatura (10 s): 300 °C.

### CARACTERISTICAS ELECTRICAS

| Parámetro | Condiciones | Valores | | | Unidad |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Mín. | Tip. | Máx. | |
| Corriente consumida | | — | 8,0 | — | mA |
| Impedancia de entrada | $-4\ V < V_2, V_3 < OU$ | 7 | 10 | — | kΩ |
| Frecuencia máxima del VCO | $C_o = 2{,}7\ pF$ | 300 | 500 | — | kHz |
| Variación de la frecuencia en función de la temperatura | | − 100 | 300 | — | ppm/°C |
| Voltaje de la onda triangular | | 2 | 2,4 | 3 | $V_{pp}$ |
| Linealidad de la onda triangular | | — | 0,2 | 0,75 | % |
| Voltaje de la onda cuadrada | | 4,7 | 5,4 | — | $V_{pp}$ |
| Impedancia de salida (patilla 4) | | — | 5 | — | kΩ |
| Relación del pulso de la onda rectangular | | 45 | 50 | 55 | % |
| Tiempo de subida de la onda rectangular | | — | 20 | 100 | ns |
| Tiempo de caída de la onda rectangular | | — | 50 | 200 | ns |
| Corriente de salida (patilla 4) | | 0,6 | 1 | — | mA |
| Sensibilidad del VCO | $f_o = 10$ kHz | 6.400 | 6.600 | 6.800 | Hz/V |
| Voltaje de salida (patilla 7) | $fo = f_o \pm 10\ \%$ | 250 | 300 | 350 | $mV_{pp}$ |
| Nivel de continua (patilla 7) | | 4,25 | 4,5 | 4,75 | V |
| Voltaje de «offset» | | — | 30 | 100 | mV |
| Rechazo de AM | | 30 | 40 | — | dB |
| Sensibilidad del detector de fase (Kd) | | 0,6 | 0,68 | 0,9 | V/rad. |
| Distorsión armónica | $f_o = f_o \pm 10\ \%$ | — | 0,2 | 0,75 | % |

*Computador MSX de PHILIPS que incorpora memoria RAM con una capacidad para 80 K.*

Televisor
Cámara de video
Vídeo
Equipo de discos Laser
Monitor - color
Registro de datos
Impresora
Sistema de alta fidelidad
PROCESADOR PRINCIPAL PX-7
Auriculares
Teclado
Unidad de disco
Joysticks
Mesa gráficos
Cartucho ROM
Cartucho ROM

*Entorno de aplicaciones domésticas de un computador MSX como el PX-7 de Pioneer.*

# MSX: UN ESTANDAR

*Las siglas MSX representan un conjunto determinado de chips comprometido en un tipo especial de arquitectura de computador. Estos chips y la forma en que se encuentran conectado es lo que determina la norma o estándar MSX.*

Por qué es interesante normalizar este tipo de máquinas??

La cuestión estriba en que cuando un usuario quiere intercambiar programas con alguien, o establecer un lenguaje de programación que pueda ser utilizado sobre muchas máquinas, o no quiere que su equipo se quede obsoleto al dejar el fabricante de realizarla, la idea de la normalización se convierte en casi una necesidad.

## Los comienzos

MSX nació con la ayuda de un fabricante de computadores de Hong Kong (Spectravideo), un japonés llamado Kay Nishi (miembro de la ASCII-Microsoft), y del deseo de los grandes de la industria japonesa, como Matsushita (Panasonic), Sony, JVC, Sanyo e Hitachi, de crear un producto capaz de introducirse con fuerza en los mercados USA y del Reino Unido.

¿Qué mejor que un acuerdo entre todos ellos para hacer compatibles sus productos? Así, unidades de disco de JVC podrían trabajar junto con los computadores de Sony, y el software de Matsushita podría correr sobre cualquiera de sus máquinas.

Las primeras máquinas aparecieron en el Japón a finales de 1983.

## Especificaciones MSX

El corazón del MSX son sus especificaciones. Es interesante señalar que las especificaciones citadas más abajo se refieren a características mínimas. Todas las máquinas MSX satisfacen estas especificaciones, pero la mayor parte van más allá en determinadas áreas, ya sea memoria extra, o mayor memoria interna para almacenamiento de programa (ROM como oposición de RAM).

Por ejemplo, todas las máquinas MSX inglesas tienen un mínimo de 32 K de RAM, mientras que los requisitos especifican sólo 8 K. Otras máquinas como la Sony o la nueva de Toshiba tienen programas extras internos. Los computadores de Pioneer llevan una extensión del BASIC, denominada P-BASIC, que permite al usuario controlar las posibilidades de vídeo de la máquina partiendo de la programación BASIC.

En conclusión, el sistema presenta la estructura siguiente:

— Procesador central: Z80A de Zilog o equi-

*Ordenador personal Mitsubishi ML-F80, con detalle del teclado.*

valente, trabajando a una velocidad de reloj de 3,579545 MHz.
— Memoria: 32 K del software del sistema MSX (incluido BASIC) y 8 K de RAM. Ambas expandibles-RAM hasta 64 × 64 K.
— Procesador de vídeo: 9929A de Texas Instruments o equivalente.
— Modos de representación: Alta resolución (256 × 192). Texto de 40 caracteres en 24 líneas. Máximo de 16 colores.

*Detalle del teclado de un Hit bit 75 de SONY.*

*Sistema MSX Hit bit 55 de la casa SONY en el que se aprecian el monitor, teclado, Joystick y cartuchos con programas.*

— Generador de sonido: El AY-3-8910 de General Instruments de 3 canales independientes y un rango de 8 octavas controlable desde BASIC.
— Interfaz de casete: Modulación FSK a 1.200 ó 2.400 baudios.
— Caracteres: Alfanuméricos, europeos, gráficos.
— Teclado: Mínimo de 73 teclas.
— Expansión: Mínimo de un puerto y bus de expansión.
— Joystick: Mínimo de 1 mando, compatible «Alton».
— Interfaz de comunicación: RS232. El HX-22 de Toshiba y el X-Press de Spectravideo lo tienen incorporado; sin embargo existen cartuchos RS232.
— Interfaz de impresora: Puerto paralelo Centronics.
— Interfaz de periférico programable (PPI): el L-8255 de Intel. Este chip controla la entrada y salida hacia el casete y la unidad de disco.

## Presente y futuro del MSX

Los computadores MSX provienen de las firmas Canon, Goldstar, JVC, Mitsubishi, Netework, Panasonic, Sanyo, Sony, Spectravideo, Toshiba y Yamaha. Se puede añadir a esta lista a la casa Pioneer, y compañías tan grandes como Philips e Hitachi.

La mayor parte de las máquinas anteriores tienen 64 K de memoria, con la excepción del CX5M de Yamaha, que presenta 32 K.

Yamaha ha producido un computador MSX que incorpora un completo sintonizador de FM.

Toshiba posee una máquina con un procesador de texto y un puente RS232 para comunicaciones ya incorporados. El nuevo modelo de Spectravideo contiene una unidad de disco.

El sistema operativo residente en disco del MSX (MSX-Dos) es muy similar a uno de los sistemas operativos estándar, el CP/M, el cual abre la puerta a centenares, incluso millones de aplicaciones, de programas de aplicaciones reales.

La nueva generación de MSX, MSXII y MSX Plus, será completamente compatible, tanto en hardware como en software, con las máquinas MSX existentes, pero incluirá algunas interesantes novedades. Estas estarán dirigidas principalmente hacia las máquinas de representación gráfica.

A medio plazo se prevé la realización de versiones de 16 y 32 bits, utilizando procesadores mucho más potentes que el Z80.

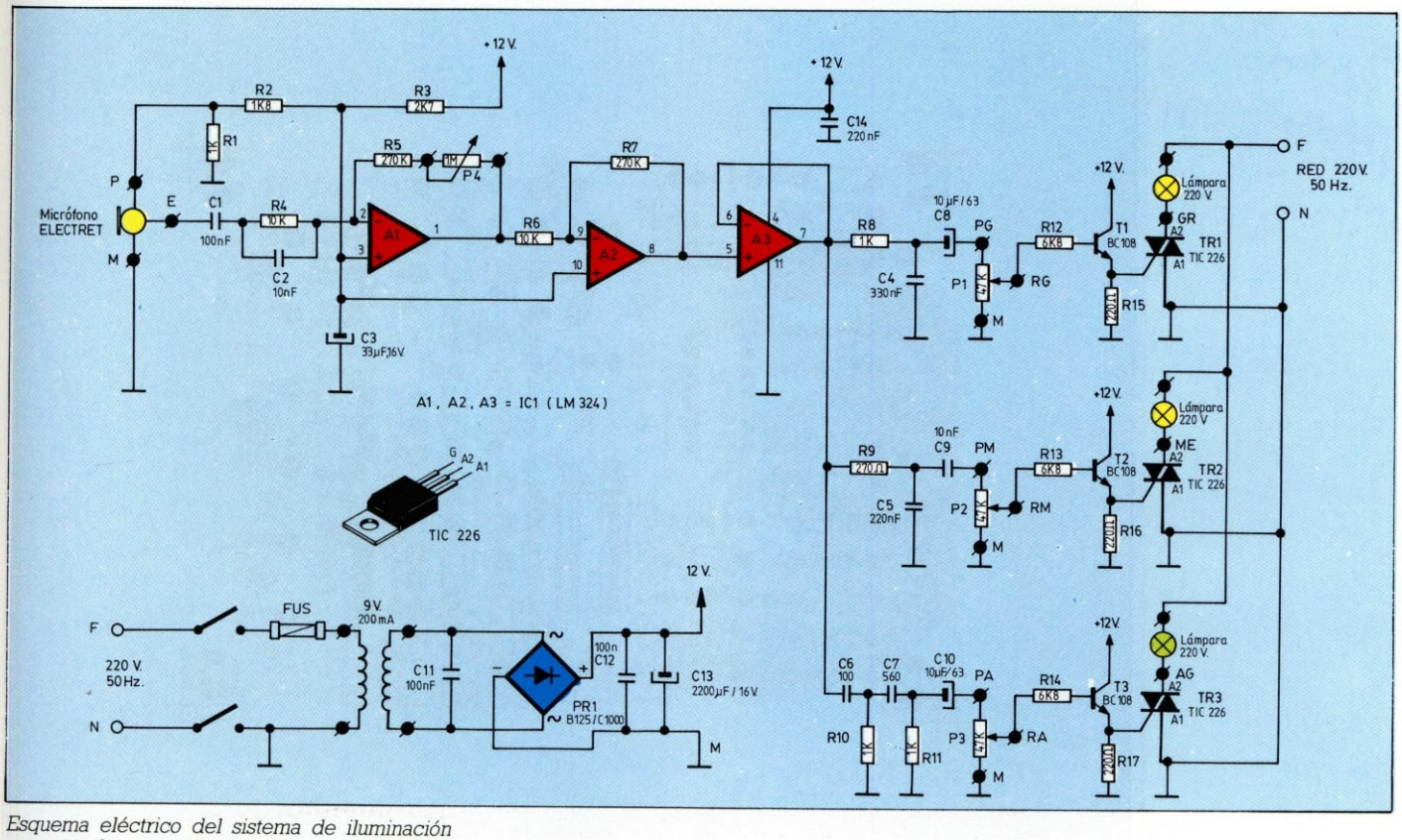
Las aplicaciones domésticas del MSX van desde los hornos de microondas hasta los teléfonos, pasando por los equipos de vídeo y los sistemas de alta fidelidad.

# ILUMINACION ESPECTACULAR AUTOMATICA

*La idea de convertir el salón de una casa, o cualquier otro local, en una pequeña discoteca presenta normalmente el inconveniente de no disponer de una iluminación adecuada. O bien ésta se mantiene fija o algún participante en la fiesta se ve obligado a estar pendiente de efectuar los rápidos cambios de luces que ciertos tipos de ritmos exigen para lograr un ambiente adecuado.*

Para mejorar este aspecto se presenta un sistema que enciende o apaga tres lámparas, o conjuntos de lámparas, siguiendo el ritmo de la música, correspondiendo cada uno a tres bandas de frecuencias audibles: bajos, medios y agudos.

El hecho de que las señales de audio sean captadas directamente del ambiente por un




*Esquema eléctrico del sistema de iluminación espectacular automática.*

micrófono lo hace totalmente independiente del equipo de reproducción musical, al que no hay que realizar conexión alguna.

Las lámparas a utilizar serán del tipo de filamento incandescente, de las que existen gran variedad. El sistema puede controlar potencias comprendidas entre los 40 y los 1.500 W, proporcionando excelentes resultados, además de presentar las ventajas de su sencillez y bajo costo.

## Descripción del circuito

La señal de audio, bien sea la correspondiente a una conversación, o al ambiente musical, es captada por un pequeño micrófono electret de bajo costo, y de tres terminales. Este micrófono necesita una tensión continua de polarización en la patilla P de aproximadamente 2 V que se obtiene mediante el divisor resistivo formado por las resistencias R1, R2 y R3.

La señal eléctrica que entrega el micrófono se desacopla en continua del resto del circuito con el condensador C1. A continuación hay una primera etapa amplificadora, cuya ganancia puede controlarse actuando sobre el potenciómetro P4 para variar la sensibilidad del conjunto. La segunda etapa amplificadora es de ganancia fija y entrega una señal de suficiente nivel que ataca al amplificador operacional A3, que está conectado como seguidor de tensión, presentando alta impedancia de entrada y baja de salida, con objeto de que los tres filtros situados a continuación no se interaccionen entre sí.

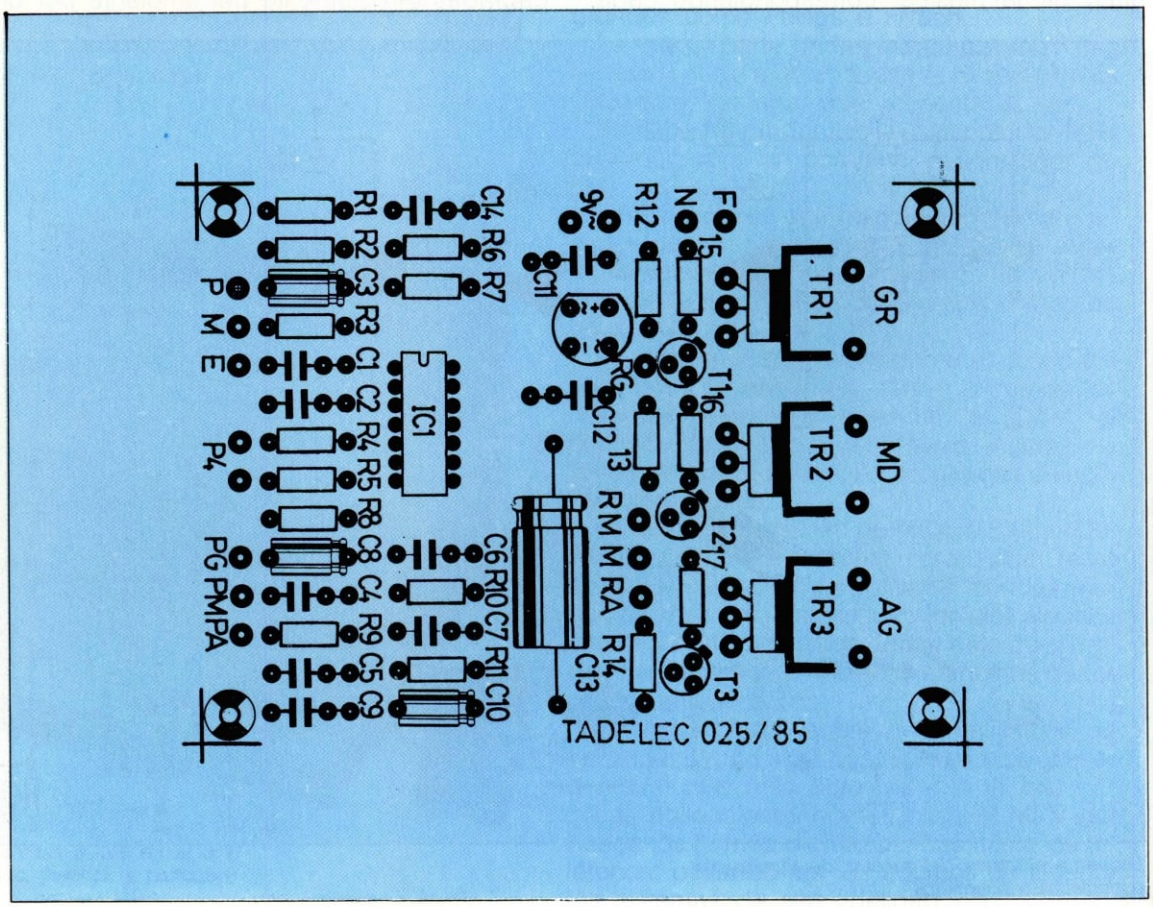
El primer filtro está constituido por la resistencia R8 y el condensador C4, es un circuito paso bajo con frecuencia de corte alrededor de los 500 Hz; o sea, deja pasar con más facilidad las señales cuyas frecuencias están situadas por debajo de los 500 Hz.

La resistencia R9 y los condensadores C5 y C9 forman un filtro paso banda, cuya banda de paso abarca las frecuencias comprendidas entre los 500 y los 2.500 Hz.

El tercer filtro deja pasar las señales de frecuencias más altas, superiores a los 2.500 Hz, correspondiendo a las notas más agudas.

A las salidas de cada uno de los filtros, señalizadas como PG, PM y PA, se instalan sendos potenciómetros P1, P2 y P3 con el fin de regular el nivel de señal que cada canal aplica al circuito de disparo del triac que le corresponde.

Cuando el transistor de disparo (T1, T2 o T3) está en corte, o sea, cuando no llega suficiente corriente a su base a través de las resistencias (R12, R13 o R14), la tensión en la puerta del triac es de aproximadamente 0 V,




*Circuito impreso del sistema de iluminación espectacular automática.*

debido a la cual no conduce, permaneciendo apagada la lámpara que controla.

Cuando la señal aplicada en los terminales (RG, RM o RA) es de suficiente nivel para que el transistor correspondiente entre en conducción, la corriente que circula por la resistencia de 220 Ω provoca una caída de tensión en la misma, que hace que el triac se dispare y la lámpara se encienda.

La alimentación del circuito se obtiene a partir de la red, intercalando un pequeño transformador con salida de 9 V de tensión alterna, que es rectificada por el puente PR1 y filtrada por los condensadores C12 y C13, obteniéndose una tensión continua de aproximadamente 12 V. No se ha previsto ningún circuito estabilizador de tensión por no ser necesario para el correcto funcionamiento del circuito.

## Montaje del aparato

La construcción de este sistema de luces es realmente sencillo, al estar la mayoría de sus componentes situados sobre la placa de circuito impreso.

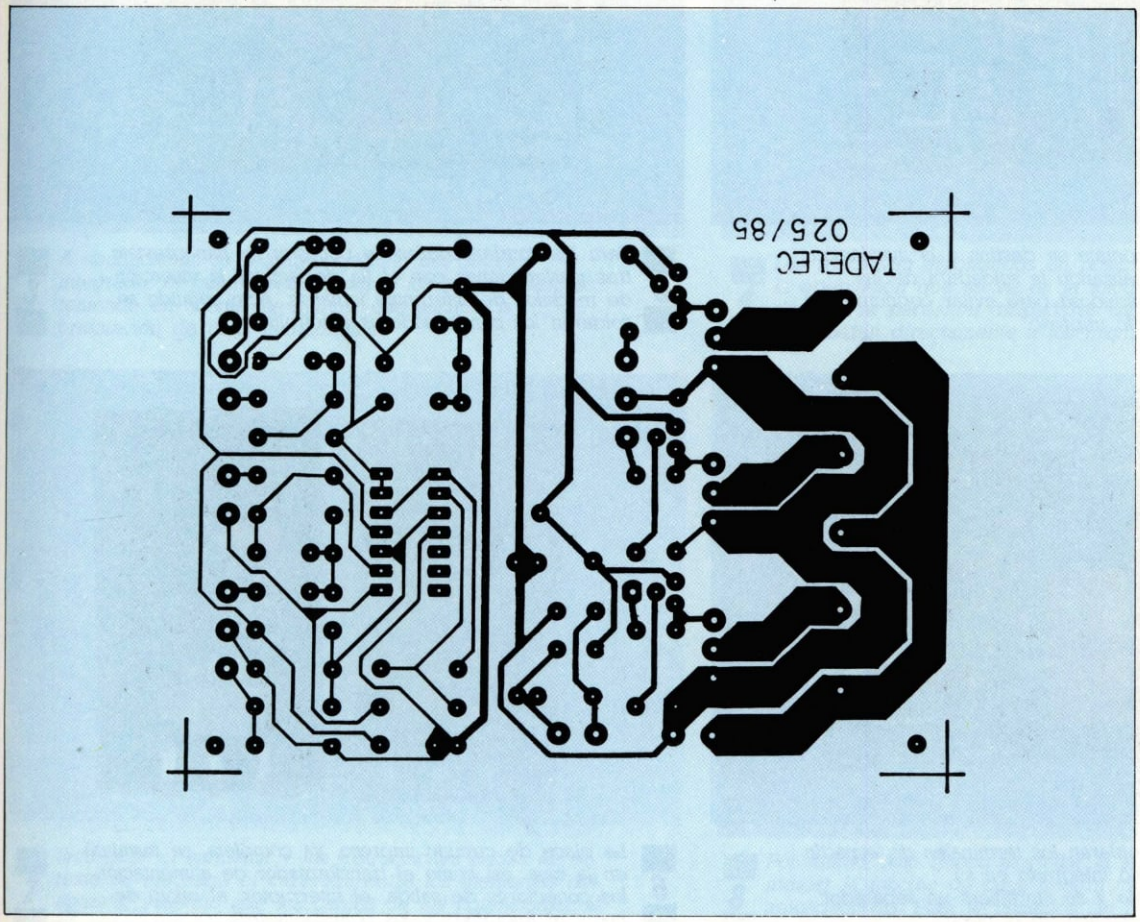
Deberá prestarse mucha atención a la ubicación de cada componente, y a efectuar las soldaduras de manera cuidadosa para evitar cortocircuitos entre pistas del circuito impreso, ya que parte del mismo va directamente conectado a la tensión de red de 220 V y en caso de error podría, no solamente destruirse algún componente, sino también el propio circuito impreso.

No se deberá unir nunca la masa del circuito a ninguna parte metálica de la caja, pues esta masa va directamente unida al neutro de la red, o sea a uno de los cables que van al enchufe.

Deberá evitarse el contacto de los extremos de los cables con la caja y se prestará especial atención a las conexiones de los potenciómetros y del interruptor.

En las salidas GR, MD y AG se puede instalar cualquier lámpara incandescente de 220 V o poner varias de ellas en paralelo hasta una potencia máxima de 1.500 W, no siendo aconsejable bajar de los 40 W. Si no se sobrepasa los 200 W por canal no es necesario el empleo de disipadores de calor. En caso contrario se deberá atornillar un pequeño radiador en forma de U a cada triac; estos radiadores estarán aislados entre sí, y tampoco se pueden tocar con la mano, pues la solapa metálica de los triacs está a la tensión de red.

El fusible a utilizar depende de la potencia de las lámparas que le queramos conectar; para ello bastará dividir el número de vatios conectados por 200, obteniéndose el valor en amperios del fusible a utilizar. En el caso de no instalar disipadores el fusible será de 3 A.



## Consejos prácticos

Una vez atornillada cada pieza del aparato en el lugar apropiado quedará listo para funcionar.

La carcasa del micrófono no deberá hacer contacto con ninguna parte metálica de la caja, por lo cual se aconseja que el orificio para que el sonido ambiental tenga acceso a dicho micrófono sea practicado en uno de los laterales de material plástico.

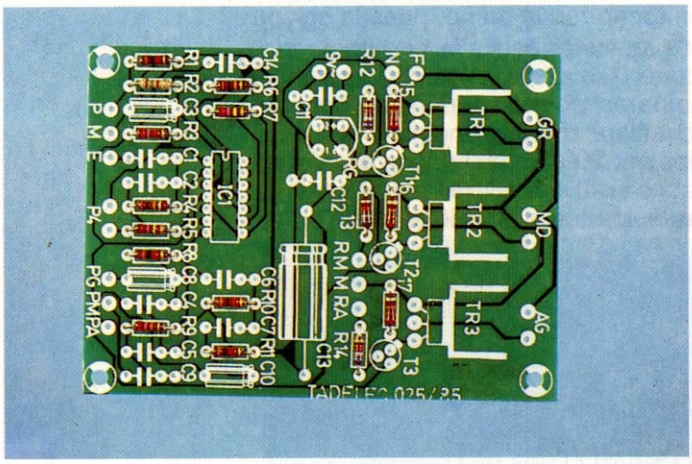
Las lámparas destinadas a la iluminación del local se conectan fácilmente en las bases de red estandarizadas que se han utilizado.

Se aconseja elegir un color diferente para cada canal; por ejemplo: rojo para los agudos, amarillo para los medios y verde o azul para los graves. Para probar el sistema puede enchufarse cualquier lámpara de mesilla de noche, flexo de estudio, lámpara de salón, etc., que utilice lámparas de filamento incandescente.

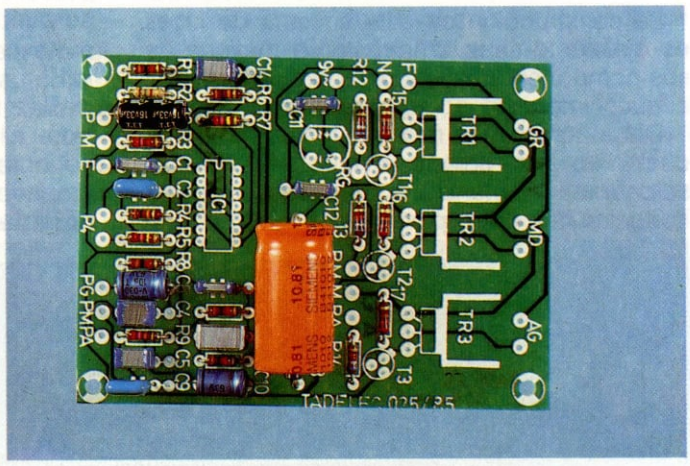
Para la puesta en marcha se situarán los tres potenciómetros de regulación aproximadamente en la mitad de su recorrido y se accionará el interruptor. Se girará el potenciómetro de sensibilidad hasta un punto en que las lámparas se enciendan al ritmo de la música ambiente y luego se ajustará el nivel de cada canal con su potenciómetro correspondiente.

La caja de control del sistema de luces no se deberá apoyar directamente en un altavoz o bafle, pues las vibraciones se transmitirán directamente al micrófono y es posible que la señal captada sea de excesivo nivel y las luces permanezcan siempre encendidas.

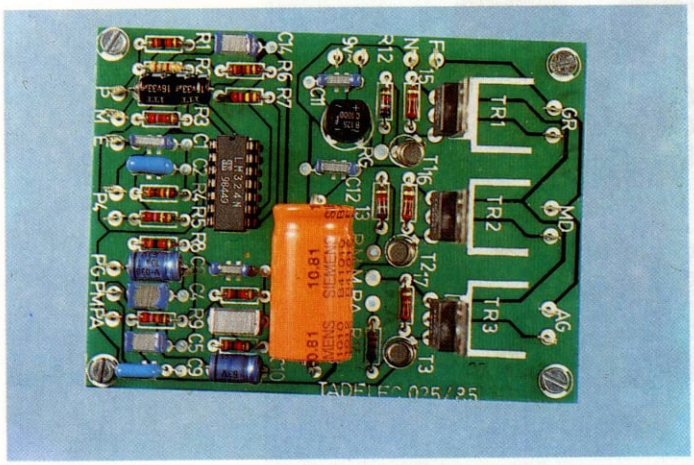
En el caso de que la tensión de red del local sea de 125 V, se conectará la red en los terminales del transformador marcados como 0 y 125, las lámparas serán de 125 V y la potencia máxima será limitada a 100 W sin disipador y a 750 W con disipador; los fusibles no se cambiarán.



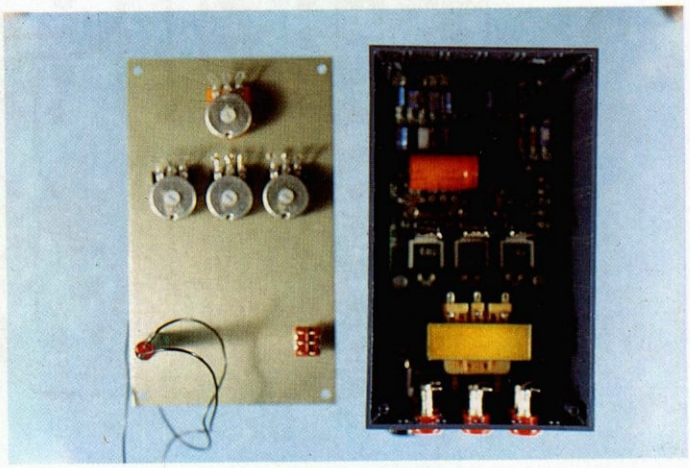

**1** *El primer paso del montaje se destina a la instalación de las resistencias, realizando la soldadura de las mismas de manera cuidadosa para evitar cortocircuitos entre pistas del circuito impreso.*



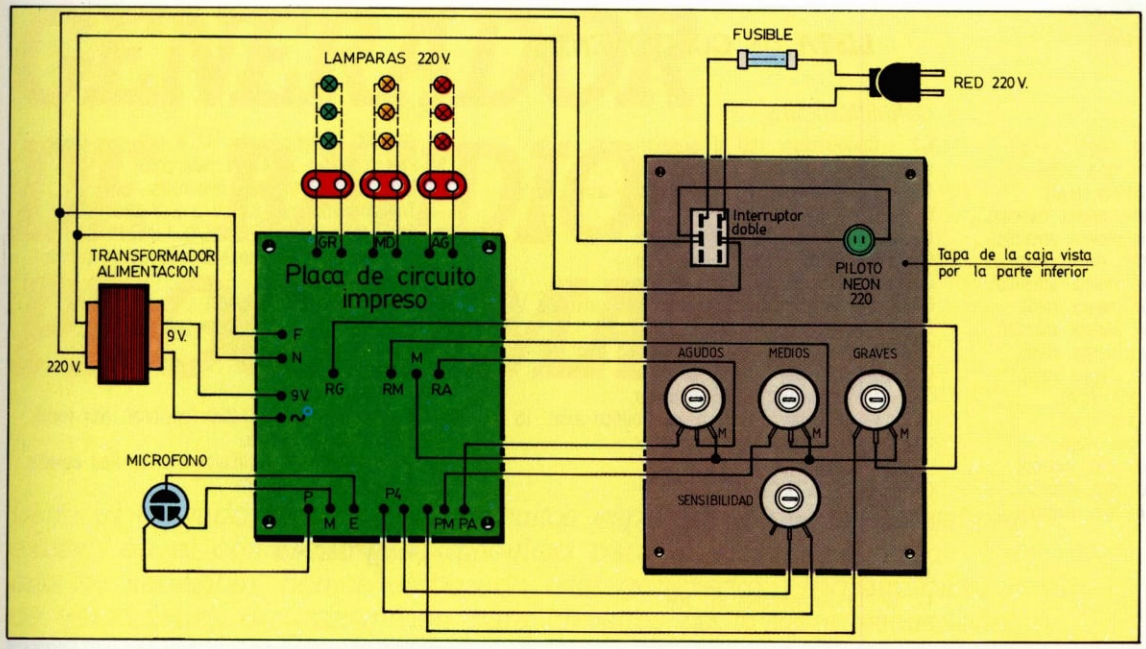

**2** *Para los condensadores de poliéster se han previsto tres perforaciones con el fin de facilitar la inserción de modelos de diferentes tamaños. Acto seguido se soldarán los condensadores electrolíticos.*



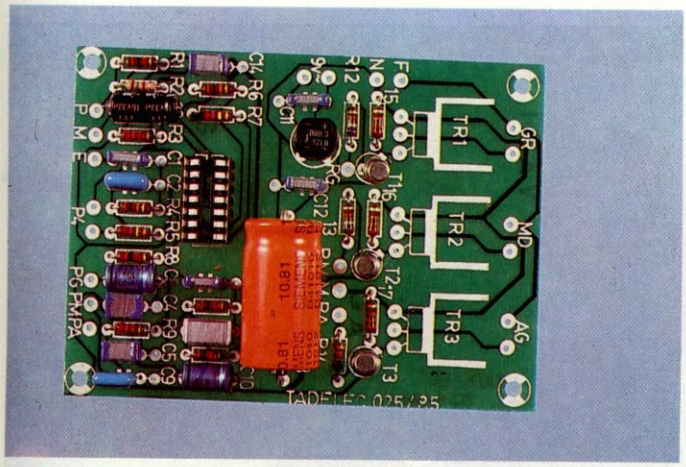

**5** *En último lugar se soldarán los terminales de espadín, se insertará el circuito integrado en su correspondiente zócalo y se atornillará un separador de 10 mm en cada esquina de la placa.*



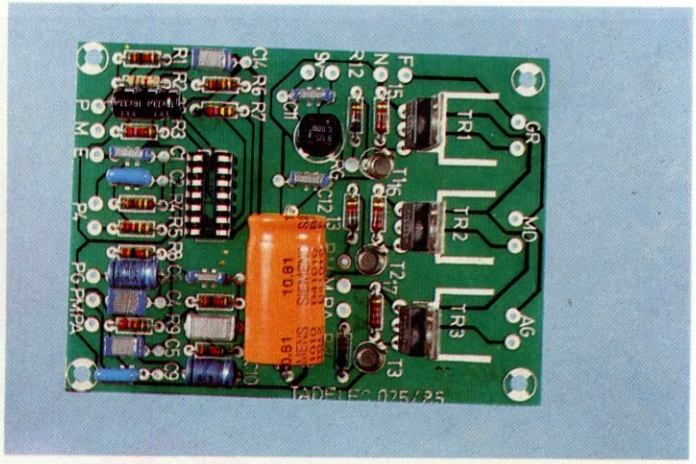
**6** *La placa de circuito impreso, ya completa, se instalará en la caja, así como el transformador de alimentación, los conectores de salida, el interruptor, el piloto de neón, el micrófono y los potenciómetros.*



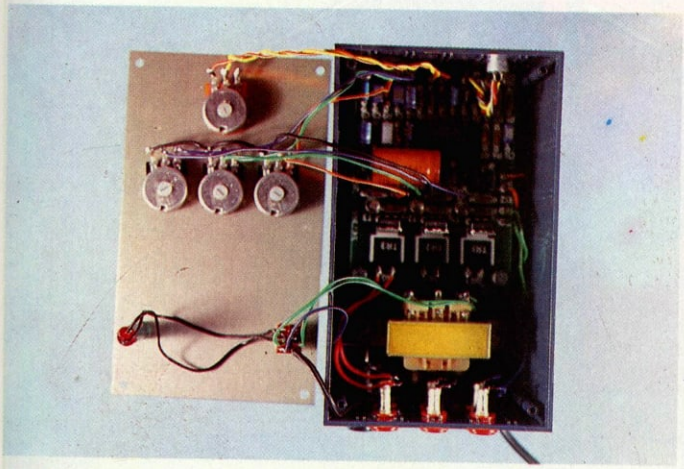

*Conexionado de los diferentes componentes del sistema de iluminación espectacular automática.*



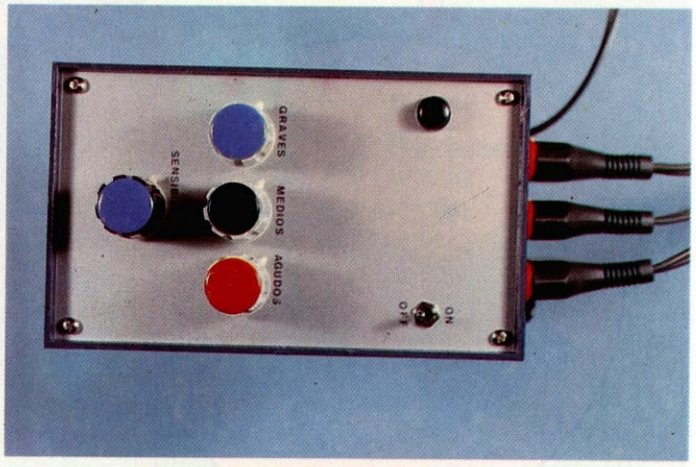
**3** *A continuación se soldará el zócalo del circuito integrado, el puente rectificador y los tres transistores, teniendo en cuenta las marcas que señalan la orientación de cada componente.*



**4** *Los triacs van emplazados en posición vertical y con la orientación que se ve en la fotografía. En el caso de que se necesiten disipadores de calor, se atornillarán directamente a los mismos.*



**7** *Siguiendo el esquema y las instrucciones dadas en el texto se efectuará el cableado entre los elementos del aparato, evitando que los cables de los potenciómetros se crucen con los de la red, o con los de salida.*




**8** *Por último, sólo queda atornillar la tapa del aparato e indicar la función de cada control mediante letras autoadhesivas. Para la conexión de las lámparas se utilizarán clavijas de red de uso corriente.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R2 - Resistencia 1K8 (marrón, gris, rojo).
R3 - Resistencia 2K7 (rojo, violeta, rojo).
R4 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R5 - Resistencia 270 K (rojo, violeta, amarillo).
R6 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R7 - Resistencia 270 K (rojo, violeta, amarillo).
R8 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R9 - Resistencia 270 Ω (rojo, violeta, marrón).
R10 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R11 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R12 - Resistencia 6K8 (azul, gris, rojo).
R13 - Resistencia 6K8 (azul, gris, rojo).
R14 - Resistencia 6K8 (azul, gris, rojo).
R15 - Resistencia 220 Ω (rojo, rojo, marrón).
R16 - Resistencia 220 Ω (rojo, rojo, marrón).
R17 - Resistencia 220 Ω (rojo, rojo, marrón).

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 100 nF poliéster.
C2 - Condensador 10 nF poliéster.
C3 - Condensador 33 μF electrolítico axial, 16 V.
C4 - Condensador 330 nF poliéster.
C5 - Condensador 220 nF poliéster.
C6 - Condensador 100 nF poliéster.
C7 - Condensador 560 nF poliéster.
C8 - Condensador 10 μF electrolítico axial, 63 V.
C9 - Condensador 10 nF poliéster.
C10 - Condensador 10 μF electrolítico axial, 63 V.
C11 - Condensador 100 nF poliéster.
C12 - Condensador 100 nF poliéster.
C13 - Condensador 2.200 μF electrolítico axial, 16 V.
C14 - Condensador 220 nF poliéster.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

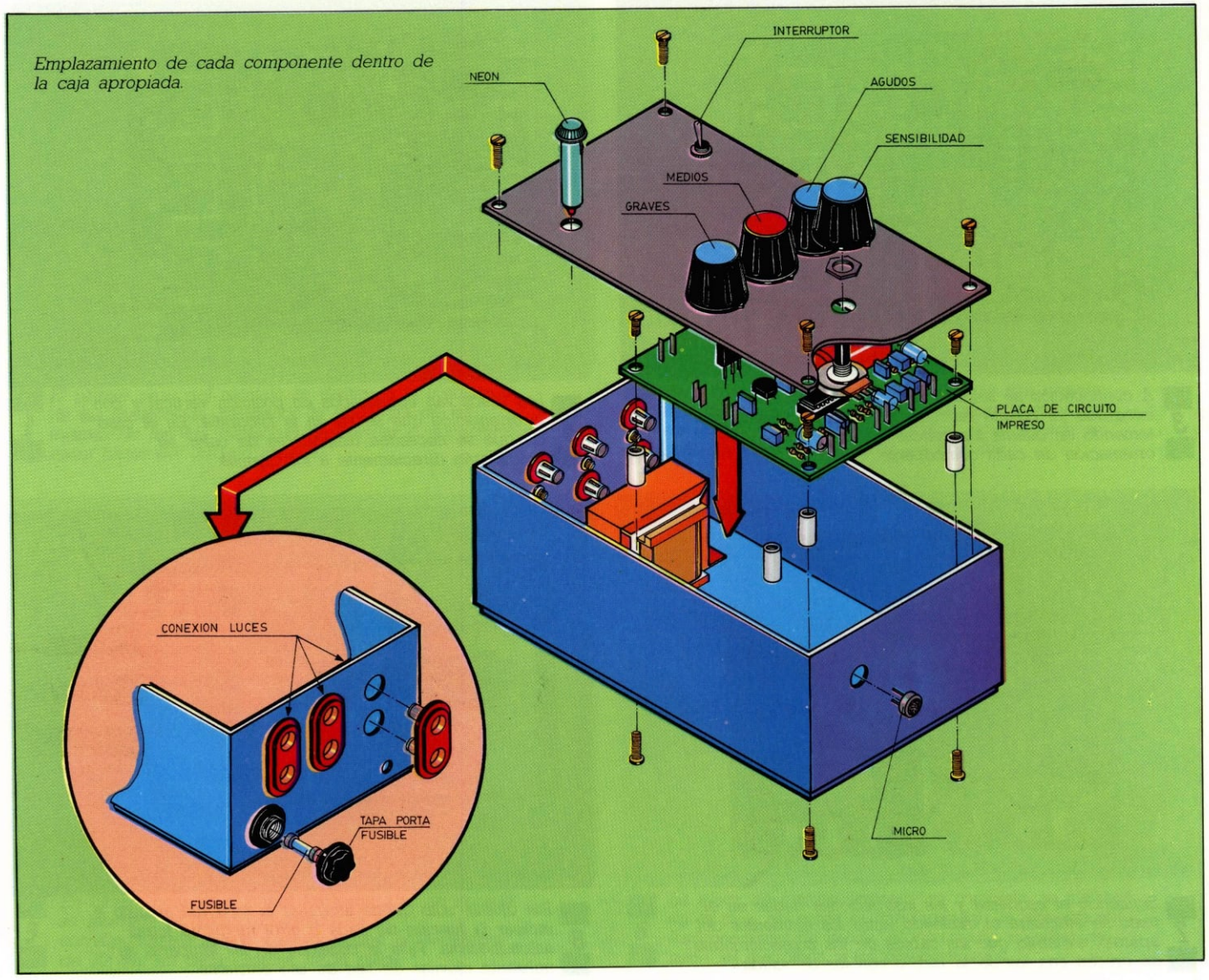
IC1-Circuito integrado LM 324.

*TRANSISTORES*

T1, T2, T3 - Transistores BC 108.
TR1, TR2, TR3-Triac TIC 226.

*VARIOS*

P1, P2, P3 - Potenciómetro 47 K LIN para panel.
P4-Potenicómetro 1 M LIN para panel.
— Micrófono electret tres terminales.
— Transformador red 220 V a 9 V 200 mA.
— 1 puente rectificador B125/C 1.000.
— 1 zócalo para circuito integrado de 14 patillas.
— Piloto neón 220 V.
— Interruptor doble miniatura.
— 3 bases red hembras para panel.
— 1 cable red con clavija.
— 1 portafusibles.
— 1 fusible (ver texto).
— 3 radiadores para TO-220 (opcional) (ver texto).
— 4 botones de mando.
— 22 terminales para circuito impreso tipo espadín.
— 4 separadores 10 mm.
— 10 tornillos 5 mm.
— 2 tuercas.
— 1 caja TEKO P-3.




*Emplazamiento de cada componente dentro de la caja apropiada.*

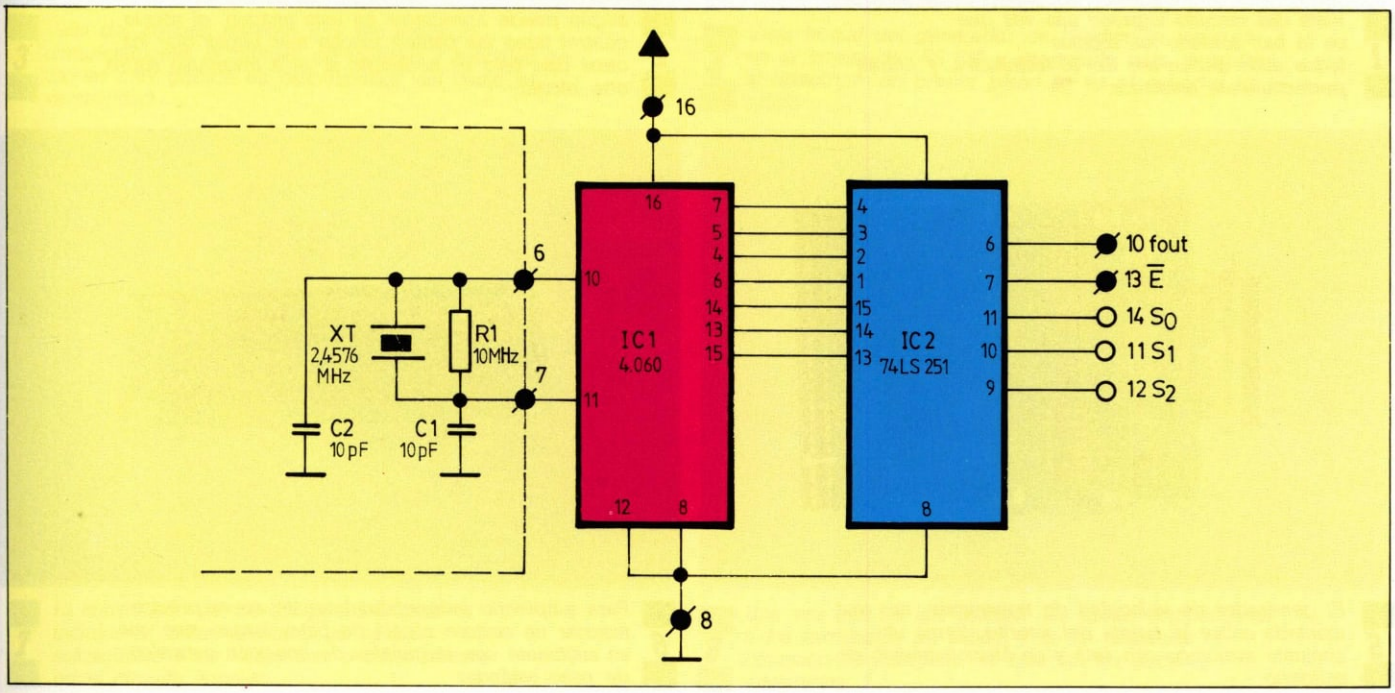
# GENERADOR DE BAUDIOS PROGRAMABLE

*Dado el elevado coste de los circuitos especializados que actualmente existen en el comercio, y su dificultad para localizarlos cuando más se necesitan, hemos elaborado este generador programable de velocidades de transmisión para circuitos convertidores de señal, paralelo-serie y serie-parelelo.*

El patillaje de acceso es difectamente compatible con el F 4702 B, de Fairchild, por lo tanto puede sustituirle en el caso de que se tengan problemas para conseguir este integrado. Esta sustitución requiere el realizar unas pequeñas modificaciones en el software de programación, pudiéndose insertar las patas de salida de este montaje en el zócalo del integrado.

## Cómo funciona

El generador de baudios programable es realmente un oscilador a cristal seguido de un conjunto de divisores binarios. La salida de cada divisor se lleva a un multiplexador de 8:1, es decir, con ocho entradas y una salida, seleccionables mediante tres terminales de acceso en código octal y un terminal de validación.




*Esquema completo del generador de baudios programable; la parte incluida dentro de la línea de trazos, solamente se montará cuando no vaya asociado al 4702.*

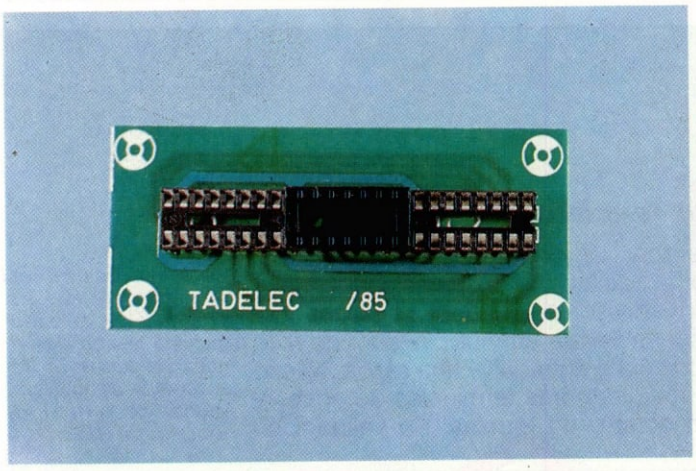
Las posibilidades de este generador de baudios son notables, puesto que además puede ser empleado como generador de frecuencias patrón, dada la estabilidad del oscilador que contiene e incluso es posible emplearlo como oscilador en relojes digitales, con sólo modificar la frecuencia del cristal. También se puede sustituir a éste por una resistencia y un condensador, aunque en este caso disminuirá la estabilidad, pero la división sucesiva de la misma también reducirá el efecto negativo de la deriva, siendo el resultado muy aceptable para usos donde no se requiere una alta precisión.

Los circuitos integrados empleados en este montaje son solamente dos, de fácil adquisición en el comercio, puesto que están muy difundidos; uno de colores, el 4060, que es un oscilador fabricado en tecnología CMOS y nos proporciona, además de la frecuencia base de oscilación, una serie de frecuencias derivadas de ésta, por división, desde Q4 hasta el Q15. En esta aplicación empleamos las salidas comprendidas entre Q4 y Q10, puesto que con el oscilador original de 2,4576 MHz, obtenemos las frecuencias básicas de oscilación para el ataque al UART

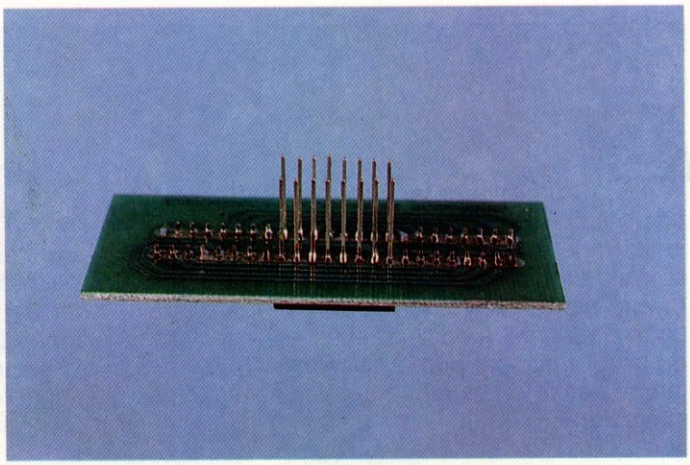
**FORMATO DE PROGRAMACION**

| Número selec. | Terminal 11 | Terminal 12 | Terminal 14 | Divisor decimal | Frecuencia Hz | Velocidad Bd |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 153600 | 9600 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 32 | 72800 | 4800 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 64 | 38400 | 2400 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 128 | 18200 | 1200 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 256 | 9600 | 600 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 512 | 4800 | 300 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1024 | 2400 | 150 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | NO USADA | | |

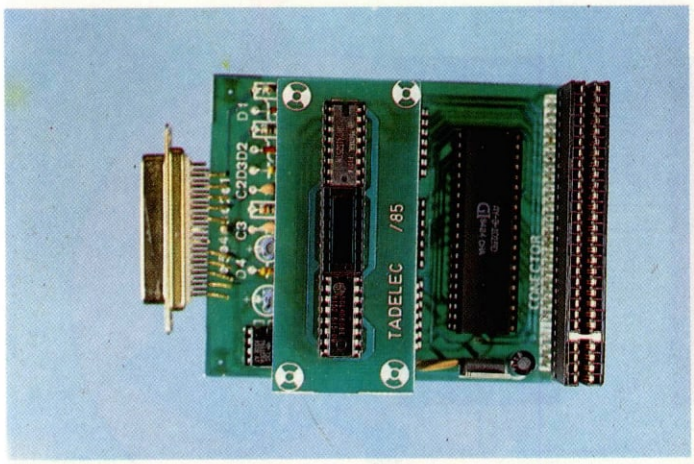
*Esta tabla contiene todas las características lógicas del circuito del montaje, debe emplearse para las aplicaciones descritas y cualquier otra. La frecuencia base es de 2,4576 Mhz.*



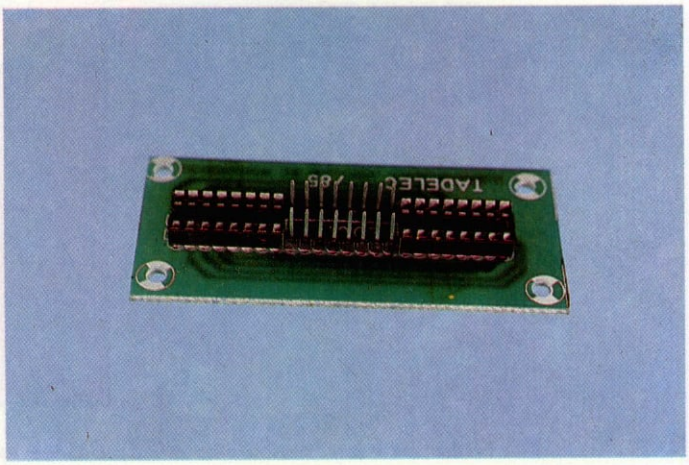

**1** *Vista del circuito impreso una vez que se le han soldado los zócalos todos ellos deben ser de 16 terminales, y entran perfectamente ajustados.*



**2** *Según puede apreciarse en esta imagen, el zócalo central tiene las patillas mucho más largas que los otros dos; esto es necesario si va a insertarse sobre otro zócalo.*




**5** *El generador de velocidad de transmisión, una vez montado sobre la tarjeta del interfaz, forma un conjunto armónico con ésta y su funcionamiento es solidario.*



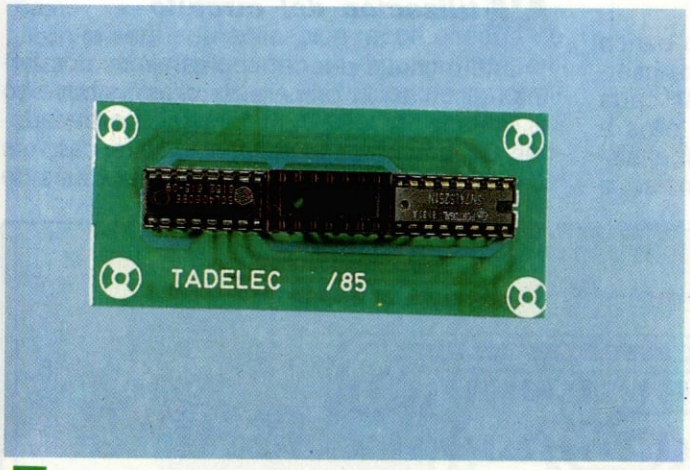
**6** *Para emplearlo independientemente no es preciso insertar un costoso zócalo de patas largas, sino que es suficiente con terminales de conexión normales de paso estándar.*

AY-3-1015, que como ya sabemos deben ser 16 veces mayores que la velocidad de transmisión en baudios. Naturalmente, el margen de velocidades obtenibles en este caso es menor que con el 4702; sin embargo, es lo suficientemente amplio como para cubrir la mayor parte de las velocidades habituales de transmisión.

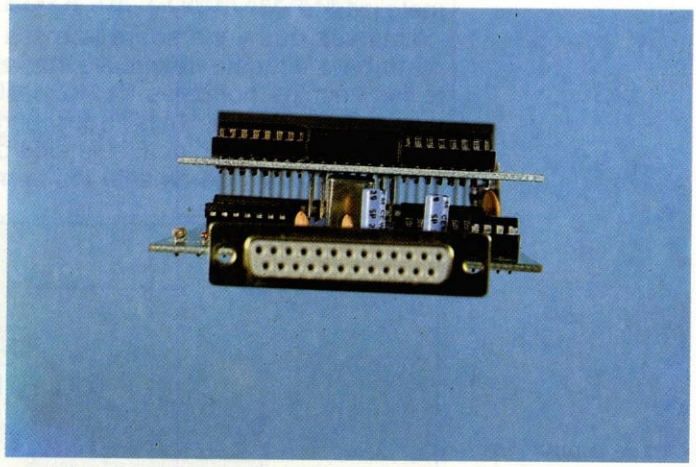
**LISTADO**

```
5 PRINT "subrutina de programación del interface
  RS 232/V24"
10 DATA 9600,4800,2400,1200,600,300,150
20 DATA 0,1,2,3,4,5,6
30 INPUT "número de bits de parada ";bp
40 IF bp=1 THEN LET x=128: GOTO 70
50 LET x=0
60 IF bp<>2 THEN GOTO 30
70 INPUT "número de bit por caracter"; bc
80 IF bc=5 THEN LET x=x+0
90 IF bc=6 THEN LET x=x+32
100 IF bc=7 THEN LET x=x+64
110 IF bc=8 THEN LET x=x+96
120 DIM b(7):FOR A=1 TO 7
130 READ b(A):PRINT B(A)
140 NEXT A
150 INPUT "velocidad de transmisión";vt
160 FOR A = 1 TO 7
170 IF vt=b(A) THEN GOTO 200
180 NEXT A
190 GOTO 150
200 FOR C= 1 TO A
210 READ xt
220 NEXT C
230 LET X=X+XT
240 OUT 65471, x
250 PRINT «INTERFAZ SERIE PROGRAMADO»
```

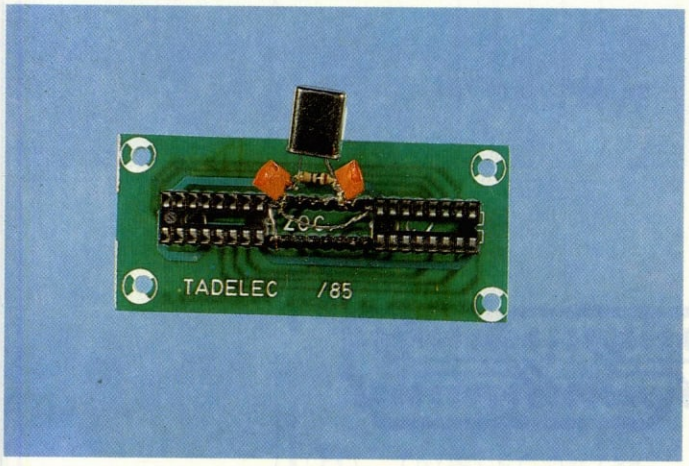
*Esta subrutina substituye a la publicada en el número 17 siempre y cuando se emplee este generador de baudios en lugar del original. Solamente varía en las sentencias de datos y sus asociadas.*



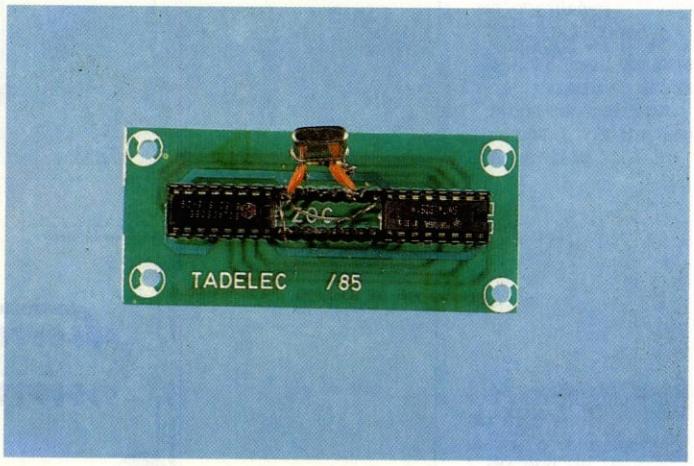

**3** *Vista del circuito impreso una vez acabado completamente; la rapidez de montaje y sencillez de uso es muy grande en este montaje, así como su versatilidad.*



**4** *Vista frontal del generador de baudios ya insertado en la tarjeta del RS 232 y preparado para enchufar al Spectrum; en primer plano se ve el conector de salida.*




**7** *El conxionado de los componentes pasivos, incluido el cristal oscilador, se realiza soldándolos a los terminales, o directamente en el circuito impreso.*




**8** *Una vez que se han soldado los cuatro componentes a los terminales de salida, y se ha dispuesto el conexionado completo, se insertan los circuitos integrados.*

## Algunos consejos de montaje

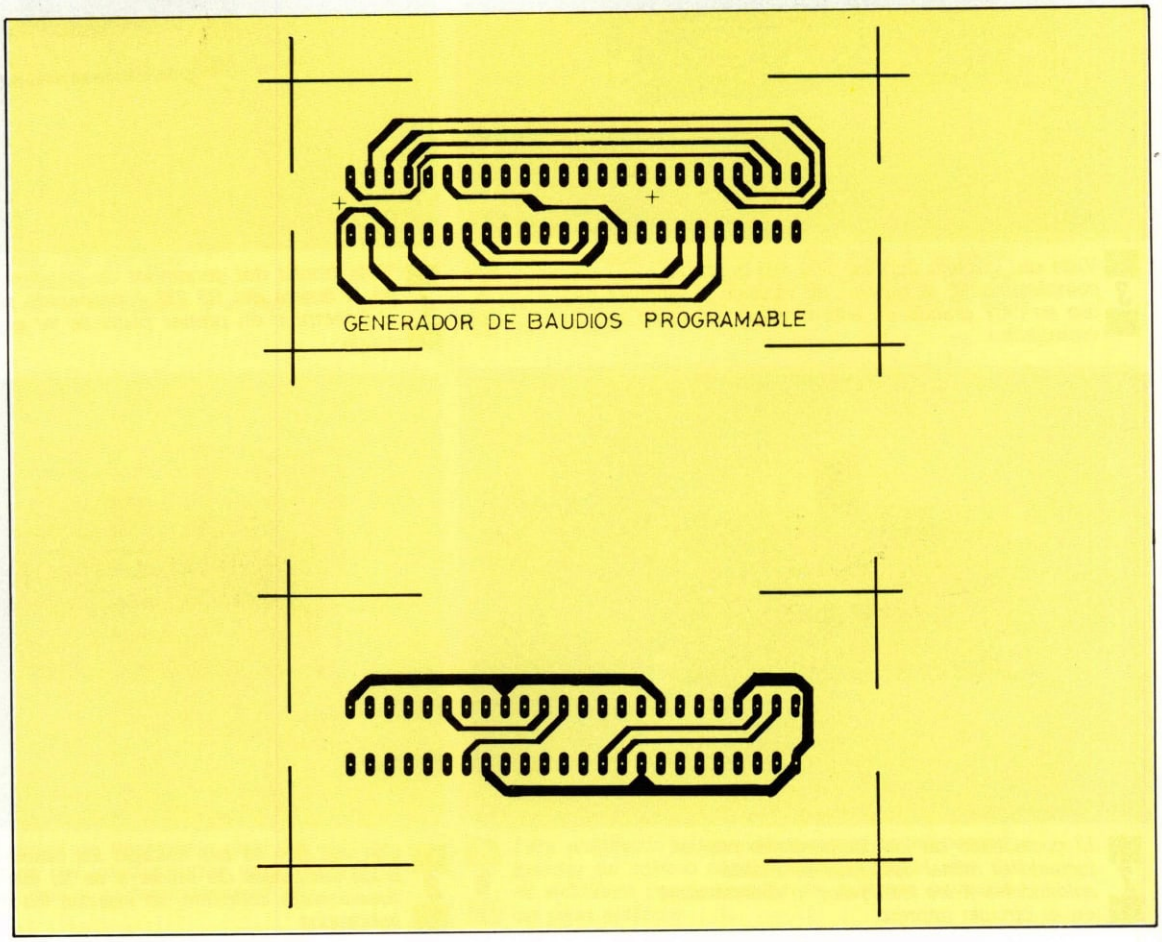
Como puede apreciarse por las figuras adjuntas, el circuito impreso es sumamente sencillo, puesto que solamente lleva dos circuitos integrados para la aplicación base, y ningún componente pasivo cuando sustituye al 4702; así pues, la construcción de éste se limita a unir las pistas de ambos entre sí y a la salida a través del zócalo de interconexión con la tarjeta principal. Puede realizarse en una tarjeta tipo Veroboard puenteando las uniones con hilo de cobre, y también es posible suplir el circuito impreso original empleando hilo arrollado o grapiñado (del anglosajón wire-wraping). Esta última solución proporciona contactos fiables, sólidos y de gran duración, pero es más costosa que la tarjeta original y menos vistosa, además encontraría problemas para enchufar este montaje sobre la tarjeta del interfaz; por ello le recomendamos emplear nuestra placa de circuito impreso, realizada en doble cara con los taladros metalizados.

Una vez que tiene sobre la mesa o banco de trabajo la tarjeta de circuito impreso, inserte los zócalos normales de 16 patillas cada uno en los taladros habilitados para ellos a los extremos de la placa, sujételos por el sistema de doblar ligeramente los terminales, a fin de que no se caigan al darle la vuelta para soldarlos, y suéldelos aplicando calor hasta que fluya el estaño. A continuación tome el zócalo central, que será de terminales más largos, e insértelo hasta el fondo soldándole al igual que los anteriores. No se confíe en la aparente simpleza del proceso, y vigile atentamente la posición de los zócalos al colocarlos; todos ellos tienen indicada, por una muesca de asimetría, la cabecera del circuito integrado a colocar en él.

En el caso de que este Kit se desee emplear para otros usos, el oscilador debe completarse incluyéndole el cristal de la frecuencia deseada, el cual deberá soldarse entre las patas 6 y 7 del zócalo central, junto con una resistencia y dos condensadores, tal y como se aprecia en el esquema adjunto. En este caso, se recomienda sustituir el zócalo de patas largas por terminales corrientes de circuito impreso.

## Utilización del circuito

Este montaje puede emplearse de dos formas distintas, la primera de ellas se basa en el interfaz RS 232/V24 para microordenadores de anteriores páginas, en este caso se procederá en la forma siguiente: después de




*Circuito impreso visto por la cara de las pistas (cara de soldadura) a escala natural; para evitar confusiones se han señalizado las cabeceras de los c. integrados.*

*Circuito impreso por la cara de componentes a escala natural. El número 1 indica la patilla uno de IC 2 y coincide con su imagen en la cara de soldadura.*

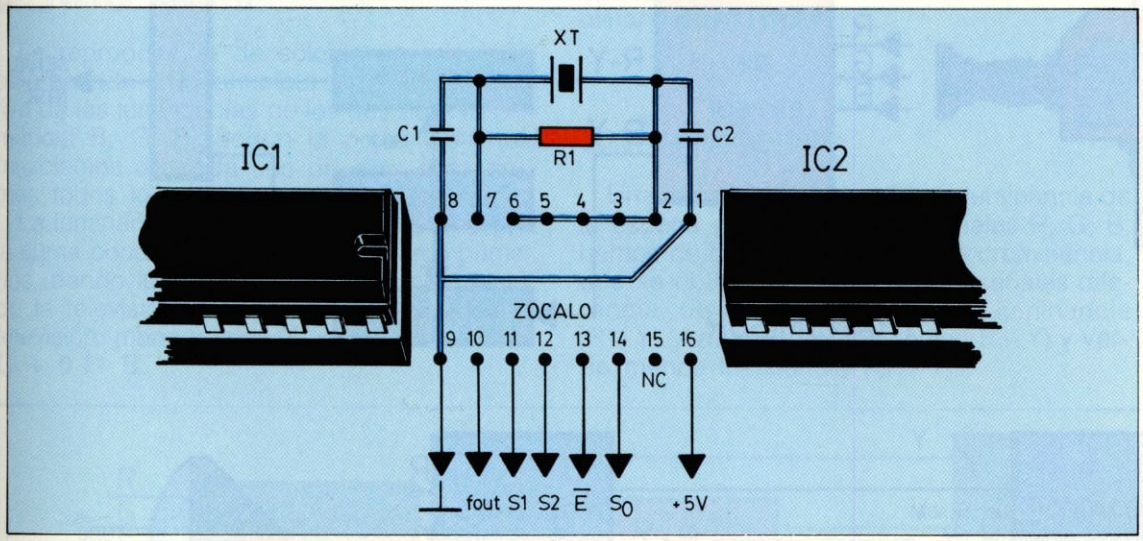
asegurarse de que los circuitos integrados están bien colocados en sus zócalos, es decir, en las posiciones correctas y haciendo buen contacto, se insertan los terminales de salida sobre el zócalo dispuesto en la tarjeta de circuito impreso del interfaz RS 232, y que está serigrafiada como IC 3, puesto que conserva la posición; los circuitos integrados del interfaz y los del generador de velocidad de transmisión; deben estar orientados hacia el mismo lado deberá cuidar este detalle antes de conectar el interfaz al ordenador.

Una vez conectado el interfaz, con el generador de baudios actual correctamente situado, deberá modificarse el programa de preparación para transmisión, ya que los datos correspondientes a la velocidad de transmisión han cambiado; por lo tanto, tienen que modificarse las líneas 10, 20, 120, 160 y 170, las cuales quedarán como se aprecia en el listado completo que se adjunta. En esta aplicación no es necesario ningún otro elemento, la alimentación se toma de la placa principal, y se incluye, como es lógico, en la misma caja.

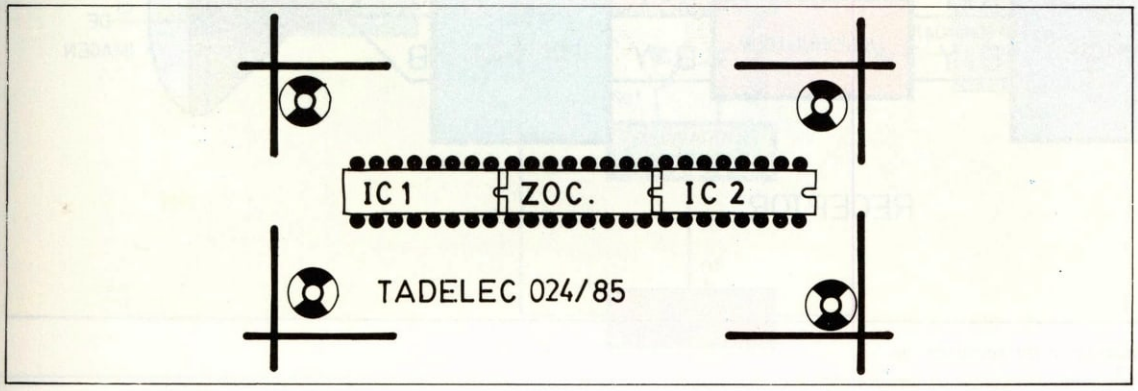
En la segunda aplicación recomendada de este montaje, o cuando se emplea independientemente, es preciso incorporarle los componentes pasivos del oscilador, esto es, el cristal, una resistencia de 10 MΩ y dos condensadores de 10 pF, los cuales se conexionarán según se indica en el diagrama de cableado; el cristal puede ser sustituido, según las notas de aplicación de los diferentes fabricantes del 4060, por una sola red RC, o incorporarle un filtro cerámico de la frecuencia deseada, según hemos convenido en la descripción de la construcción. El método de programación será en este caso el que más interese; además pueden incorporarse, cableándolos, tres interruptores y obtener la gama de frecuencias completa, o bien pueden ser fijados a un cierto nivel de tensión mediante puentes soldados al positivo o al negativo de la alimentación. Esta decisión deberá tomarla considerando sus necesidades y cotejándolas con la tabla de especificación de frecuencias disponibles, divisores y estado de las entradas de programación que se adjunta. Esta misma tabla es la empleada para realizar la modificación en el programa descrito.

### LISTA DE COMPONENTES

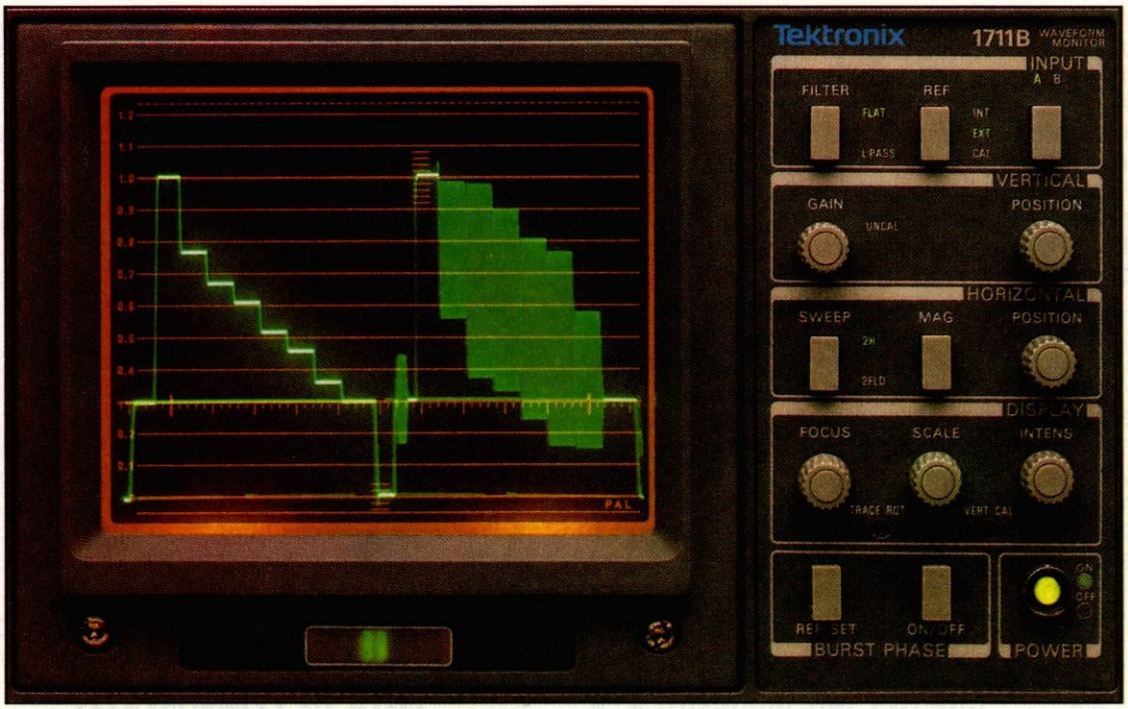
IC1-Circuito integrado 4060.
IC2-Circuito integrado 74LS251N.
-2 zócalos para circuito integrado de 16 patillas.
16 terminales tipo CSU 50R.




*Conexionado recomendado para el caso de emplear este montaje como oscilador en otras aplicaciones distintas de la original; así se forma un completo oscilador de frecuencia controlado.*




*Serigrafía del circuito impreso. IC 1 es el oscilador e IC 2 el multiplexor; el zócalo central sirve para efectuar el conexionado externo considerado.*




*Monitor forma de onda; se usa para medir con precisión las características de la señal de televisión.*

**1711B Waveform Monitor - Dual Filter Display**



*Esquema básico de un transistor y un receptor de televisión del sistema NTSC.*

# LA SEÑAL DE COLOR

*Como ya vimos en un capítulo anterior, la señal de color está compuesta por las señales de luminancia y crominancia.*

Al captar una imagen en color, la cámara de televisión lo que hace es obtener la información de los tres colores primarios: Rojo (R), Verde (G) y Azul (B) de la escena, y mediante la combinación de estos tres elementos forma las señales de luminancia y crominancia. El proceso de obtención de la señal de crominancia y su modo de transmitirla es lo que ha dado lugar a los diferentes sistemas de televisión.

## Mezcla aditiva

La reproducción de colores en televisión está basada en el principio de la mezcla aditiva de las luminancias de los tres colores primarios: R, G, B. Según la proporción que mezclemos de cada uno de ellos obtendremos todos los demás colores.

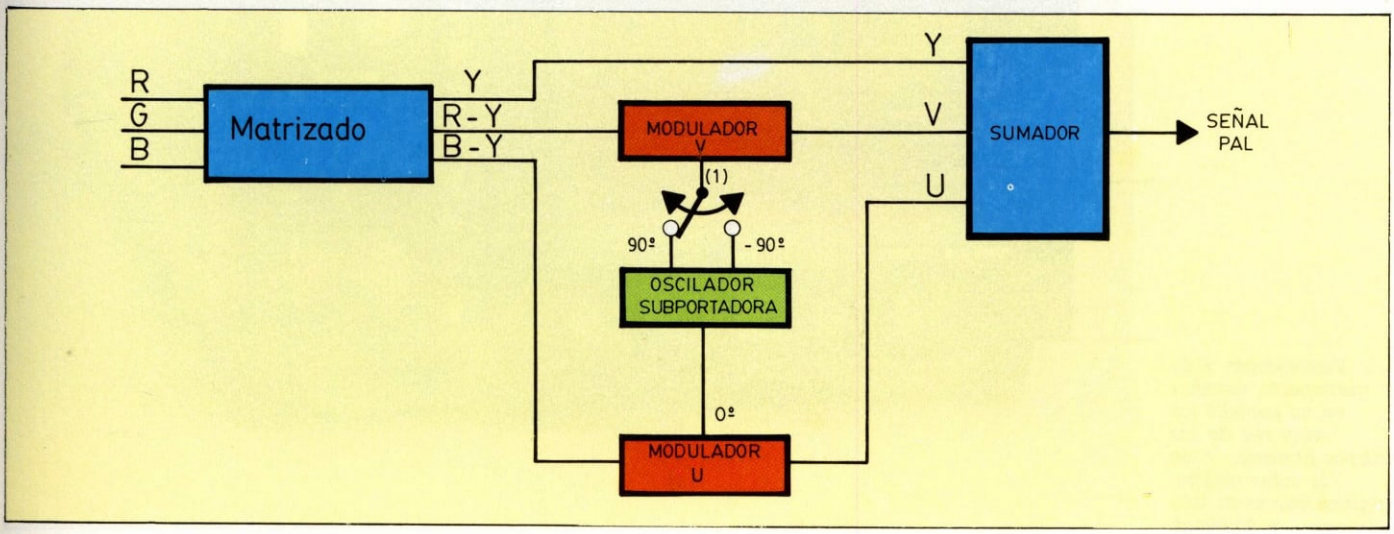
La luminancia de la escena se obtiene con la suma ponderada de los tres colores primarios, dando lugar a la ecuación fundamental de la televisión en color, compatible con la televisión monócroma: $Y = 0{,}3\ R + 0{,}59\ G + 0{,}11\ B$.

Siendo R, G, B, los valores de luminancia de cada uno de los colores respectivos. Para obtener el blanco máximo se debe cumplir que la luminancia sea $Y = 1$, para lo cual se deben mezclar los colores con la proporción de: 30 % de rojo, 59 % de verde y 11 % de azul.

S: $R = G = B = 0$ obtendremos que $Y = 0$, con lo que reproducimos un negro. Variando los valores de luminancia de R, G, B en la televisión reproduciríamos toda la escala de grises, y en la televisión en color, la luminancia resultante Y sería «coloreada» por la crominancia.

## Crominancia

Una vez obtenida la señal de luminancia de la escena y a partir de las señales R, G, B, hemos de conseguir la señal de crominancia, que se obtiene de las llamadas señales diferencia de color: Rojo menos luminancia (R – Y), Azul menos luminancia ( B – Y) y Verde menos luminancia (G – Y).




*Esquema básico para la obtención de la señal de color del sistema PAL. El computador (1) cambia la fase de R-Y en líneas alternas.*

| Sistema | Países que lo utilizan | Frecuencia subportadora | Tipo de transmisión señal de crominancia | Núm. líneas |
|---|---|---|---|---|
| *NTSC* | *USA Japón Sudamérica (excepto Argentina, Brasil y Uruguay)* | *3,58 MHz* | *Simultánea* | *525* |
| *PAL* | *Europa Occidental (excepto Francia y Rusia)* | *4,43 MHz* | *Simultánea* | *625* |
| *SECAM* | *Francia, Europa del Este (excepto Yugoslavia)* | *4,43 MHz* | *Alternando* | *625* |

De estas tres señales sólo necesitamos dos, al poderse obtener la otra mediante una combinación de las anteriores. Las señales utilizadas son R – Y y B – Y.

Se han elegido estas señales porque presentan importantes propiedades:

— Se anulan cuando hay ausencia de color en la escena.
— Su amplitud depende linealmente de Y, y expresan por tanto la diferencia de color existente entre un tinte dado y el blanco de referencia, equivalente a Y = 1.
— Son señales que se pueden codificar y decodificar fácilmente.

Como tenemos dos señales de crominancia y una sola subportadora de color, lo que se hace es descomponer dicha subportadora en dos portadoras independientes desfasados entre sí 90°. De esta forma cada señal de crominancia modula a su portadora correspondiente.

El hecho de que la señal verde menos luminancia (G – Y) no sea necesaria nos ahorra el tener que modular otra señal más en el emisor; en el receptor se obtiene la señal G – Y a partir de las otras dos.

## Sistemas de TV en color. NTSC

El sistema NTSC (National Television System Comission) fue desarrollado en los laboratorios «Hazeltine Corporation» de Estados Unidos en el año 1951.

*Vestorscopio. Este instrumento visualiza en su pantalla los vectores de los colores primarios y de la subportadora, representando su fase y amplitud.*

Fue el primer sistema de televisión en color puramente electrónico que cumplía el principio de compatibilidad entre blanco y negro, y color.

En Estados Unidos la frecuencia de la tensión de la red es 60 Hz; debido a esto se transmiten 60 campos por segundo y 525 líneas por campo, frente a los 50 campos y 625 líneas europeas. Como consecuencia, los tiempos de línea, campo, sincronismo y borrado varían ligeramente en relación a los utilizados en Europa.

El sistema NTSC fue el primero en utilizar la modulación de la subportadora de color mediante las dos señales de diferencia de color, denominadas: I = R − Y, Q = B − Y, que han servido de base a posteriores sistemas de televisión.

El mayor inconveniente de este sistema aparece a la hora de transmitir y recibir la señal. Si en el camino entre el transistor y el receptor la diferencia entre la fase de la subportadora de señal de crominancia y la fase de la salva o «burst» ha variado, en el receptor obtendremos un color distinto del transmitido.

## Sistema PAL

Para conseguir la anulación del error de fase del NTSC, el alemán Walter Bruch desarrolló el sistema PAL (Phase Alternation Line), que es prácticamente análogo al NTSC, salvo pequeñas modificaciones en los circuitos.

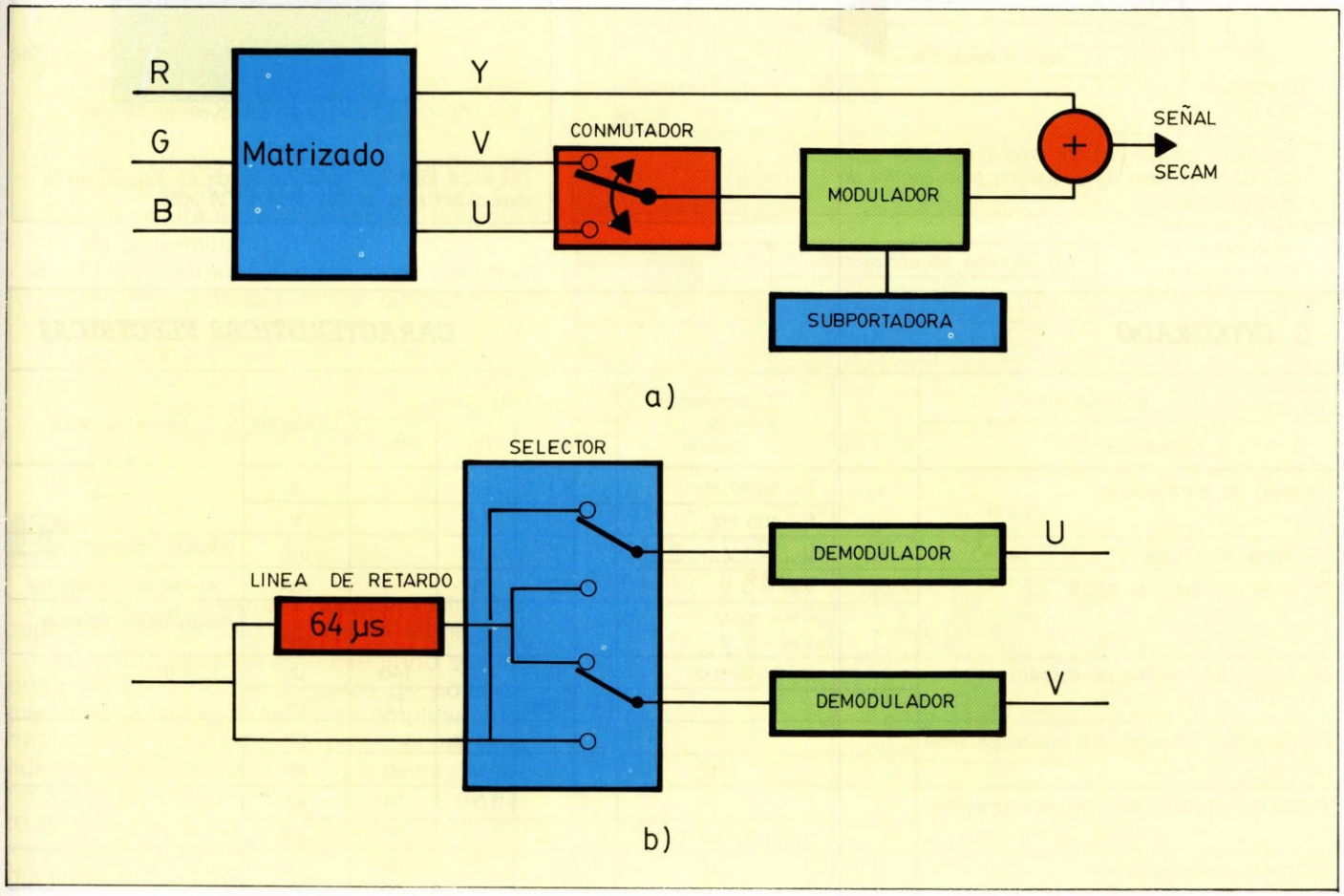
Se basa en que la información de color entre dos líneas consecutivas es prácticamente igual. De esta forma las señales diferencia de color aquí llamadas V = R − Y y U = B − Y se transmiten, al igual que en el sistema NTSC, conjuntamente en cada línea, pero invirtiendo la fase de la subportadora de la señal en líneas alternas.

De esta forma la señal U se manda igual en todas las líneas y la señal V se invierte una línea sí y otra no.

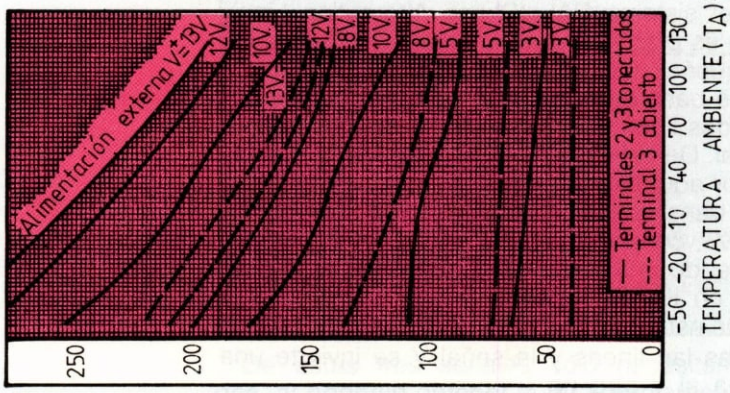
## Sistema SECAM

Se basa en los mismos principios que el PAL y lo que hace es transmitir separadamente y en líneas consecutivas las señales V y U. Así, en la primera línea iría la información de V, en la siguiente la de U, y así sucesivamente.

En el receptor el contenido de una línea es almacenado durante 64 µs, que es el tiempo de una línea, y procesado junto con la señal de la línea siguiente; de aquí las siglas SECAM significan sistema «secuential colour avec memoire».




*Sistema SECAM. a) Formación de la señal de color. b) Obtención de la señal de crominancia en el receptor.*




*Picos de corriente en función de la temperatura ambiente para el CA 3058 y CA 3059.*

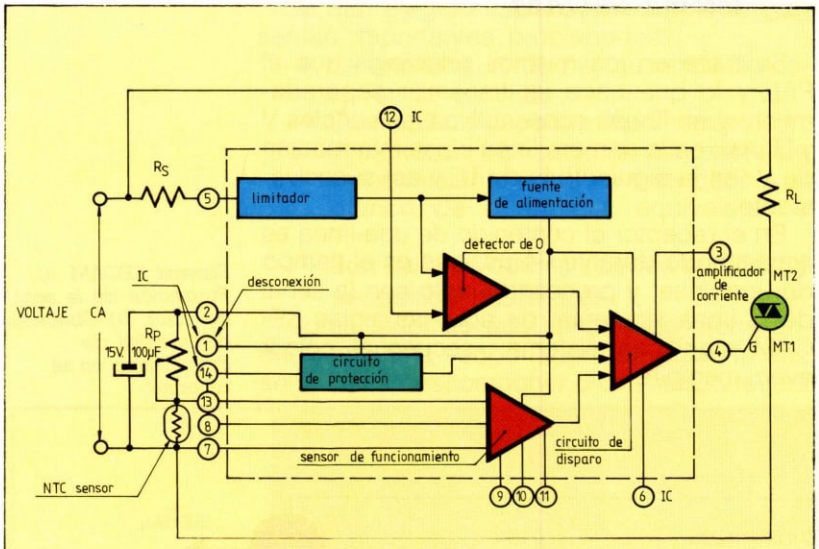
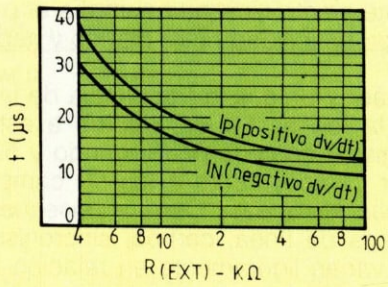
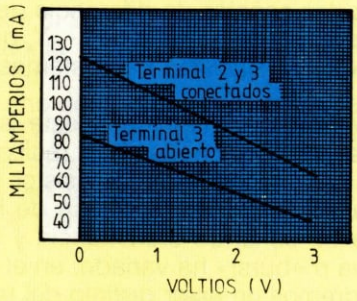


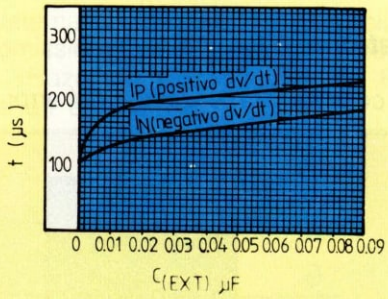

*Diagrama interno del CA 3058 y CA 3059, junto con su circuito básico de aplicación para control de temperatura.*




*Duración del pulso total de puerta en función de la resistencia externa para el CA 3058 y CA 3059.*




*Corriente de disparo enviada a la puerta del triac en función del voltaje de disparo.*




*Duración total del pulso de salida en función de la capacidad para el CA 3058 y CA 3059.*

## C. INTEGRADO — CARACTERISTICAS ELECTRICAS

| PARAMETRO Denominación | Símbolo | Condiciones de medida | VALORES Mín. | Tip. | Máx. | Unidades | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tensión de alimentación | $V_S$ | f = 50/60 Hz | 6,1 | 6,5 | 7 | V | |
| | | f = 400 Hz | | 6,8 | | V | |
| Corriente de disparo | $I_{GT}$ | $V_{GT}$ = 1 V | | 105 | | mA | |
| Pico de corriente de salida | $I_{OM}$ | $V_{GT}$ = 0 V | 50 | 84 | | mA | Alimentación interna |
| | | $V^+$ = 12 V<br>$V_{GT}$ = 0 V | | 240 | | mA | Alimentación externa |
| Duración del impulso de disparo | | f = 50/60 Hz | 70 | 100 | 140 | µs | $t_p$ = tn |
| | $T_P$ | | f = 400Hz | | 12 | µs | |
| Permanencia después del cruce por cero | $t_{pl}$ | | | 50 | | µs | |
| | | $t_{hi}$ | | | 60 | µs | |
| Fugas de corriente con triac desconectado | $I_L$ | | | 0,001 | 10 | µA | |
| | | $T_A$ = − 55 a + 125 °C | | | 20 | µA | |
| Corriente de polarización | $I_I$ | | | 220 | 1.000 | nA | |

# CA 3058, CA 3059

Estos circuitos integrados son interruptores de paso por cero de tensión, y están diseñados para realizar el disparo de tiristores y triacs a 50, 60 y 400 Hz, para el control de circuitos de potencia en corriente alterna con voltajes de 24 V, 120 V, 208/230 V y 277 V. Cada conmutador incorpora cuatro bloques funcionales, que son los siguientes:

1. Limitador de la fuente de alimentación; permite operar al circuito alimentándolo directamente de la línea de corriente alterna.
2. Detector de paso por cero; comprueba el estado de los sensores o disparadores externos, la histéresis o control proporcional pueden ser sistemas de control implementables en esta sección.
3. Circuito de disparo de triac, provee pulsos de alta corriente a la puerta del tiristor o triac.

Tanto el CA 3058 y el CA 3059 realizan las siguientes funciones auxiliares:

1. Desconectan la puerta del triac, cuando los sensores están abiertos o en cortocircuito.
2. Los tiristores ya disparados pueden ser desconectados durante la acción, por una puerta interna de diodos conectada al terminal 1.
3. El comparador de corriente continua de alta potencia actúa después del cruce por cero. Se controla esta función por las conexiones del terminal 12 y el terminal 7. La corriente de puerta del detector es continua cuando el terminal 13 es positivo respecto del terminal 9.

## Encapsulado

Este circuito integrado se suministra encapsulado en formato DIL de 14 terminales.

Las aplicaciones de este integrado son las propias de control de circuitos de potencia mediante sensores cuando se emplean interruptores de estado sólido; es especialmente adecuado en los casos en los que las cargas no son solamente resistivas, ya que el disparo de estos circuitos al paso por cero elimina los ruidos propios de este tipo de semiconductores.

## Valores máximos de funcionamiento

Voltaje de alimentación en CC:
— Terminales 2 y 7, 14 V.
— Terminales 2 y 8, 14 V.

Pulsos de corriente de alimentación. Terminal 5 y 7, ± 50 mA.

Intensidad del pulso de salida. Terminal 4, 150 mA.

Potencia disipada: 700 mW.

Temperatura de funcionamiento: −55 a + 125°C.

Temperatura de almacenamiento: −55 a + 150°C.

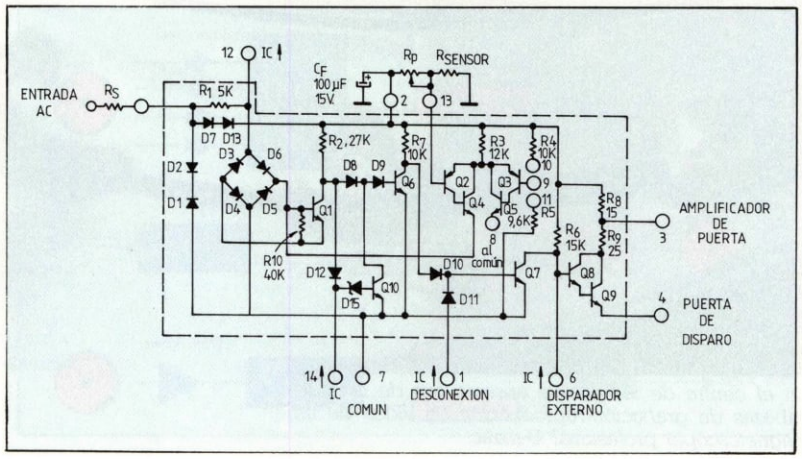
Picos de temperatura durante 10 s.: + 265°C.

**Fabricantes**

**Motorola**
**RCA**

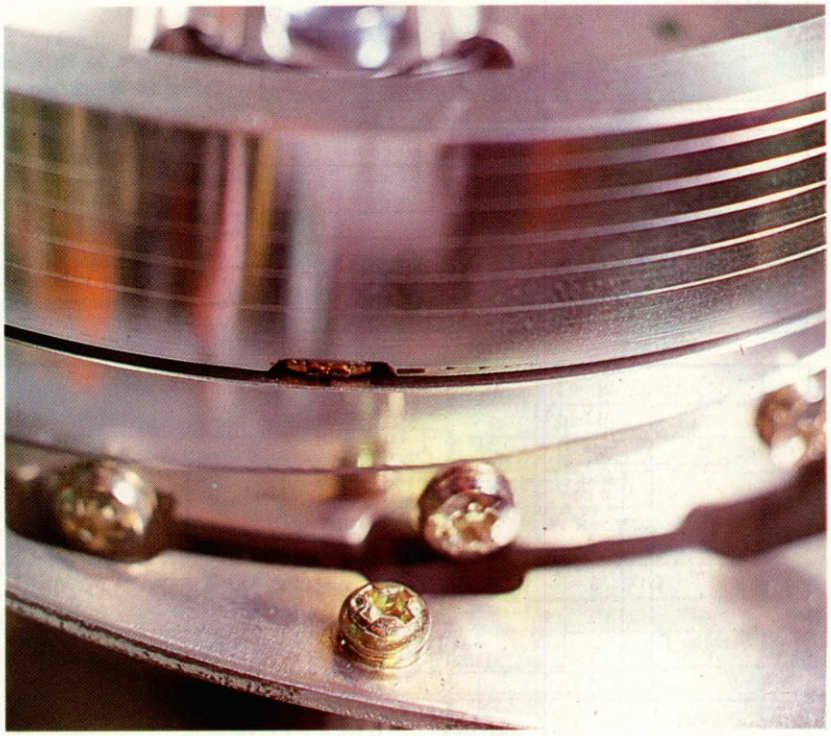
| Voltaje de CA V | Resistencia de entrada ($R_S$) | |
|---|---|---|
| | kΩ | W |
| 24 | 2 | 0,5 |
| 120 | 10 | 2 |
| 208/230 | 20 | 4 |
| 277 | 20 | 5 |

*Tabla de aplicación, resistencia a instalar entre la patilla 5 y la línea de corriente alterna ($R_S$).*

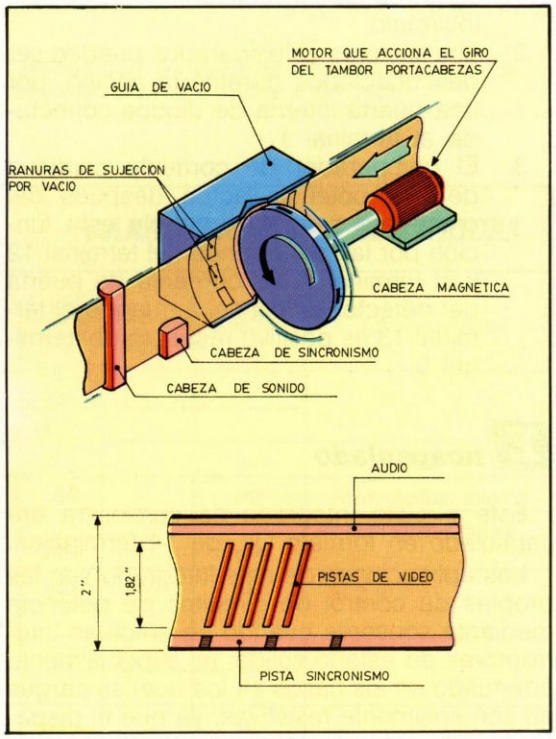



*Esquema eléctrico interno del CA 3058 y CA 3059; los valores de las resistencias son en ohmios.*

Vista de tambor portacabezas del magnetoscopio U-matic; el lápiz señala el emplazamiento de una cabeza de vídeo.



En el centro de imagen se aprecia una de las dos cabezas de grabación-reproducción de vídeo de un magnetoscopio profesional U-matic.




Sistema de tambor giratorio transversal; la cinta adquiere la curvatura que la adapta a la forma de la cabeza, al ser succionada por la guía de vacío.

# GRABACION DE LA SEÑAL DE VIDEO

*En capítulos anteriores se han explicado los principios generales de la grabación en cinta magnética. Si se desea emplear un sistema convencional como el utilizado en las señales de audio para la grabación de la señal de vídeo, con un ancho de banda de 5 MHz, nos encontramos con el problema de la limitación del ancho de banda debido al tamaño de la longitud de onda magnética que puede ser grabado; ésta a su vez depende del tamaño de las partículas magnéticas que constituyen la cinta, de la anchura del entrehierro de la cabeza y de la velocidad de la cinta.*

Las partículas de material magnético tienen un tamaño aproximado de 0,5 μm y si suponemos que se necesitan un mínimo de cuatro partículas para registrar la longitud de onda entera, ésta nos ocuparía unos 2 μm. Para registrar frecuencias entre 1 Hz y 5 MHz se requiere el uso de modulación de frecuencia, con una portadora de 9 MHz y una banda superior de 14 MHz. Para poder grabar frecuencias tan altas, la cinta deberá desarrollar una velocidad de 28 m/s, o sea, de 100,8 km/h; esto supone una longitud excesiva de cinta; como ejemplo, serían necesarios unos 25 km para una grabación de apenas 15 minutos.

## Cabezas giratorias. Sistema transversal

Se sabe que cuanto mayor es la frecuencia a grabar o reproducir, menor deberá ser el tamaño del entrehierro y mayor la velocidad de la cinta. Se han conseguido entrehierros de algunas décimas de micra, pero esto no es suficiente y las velocidades que se exigen a la cinta siguen siendo elevadas.

Un procedimiento para aumentar la velocidad relativa de la cinta respecto a la cabeza es hacer esta última giratoria. Para que la grabación sea continua se diseñó un tambor giratorio dotado de cuatro cabezas situadas a 90°, de forma que al menos una de ellas permanezca en contacto con la cinta. El tambor se sitúa de forma transversal a la cinta y ésta se desplaza a una velocidad constante.

El tambor portacabezas tiene un diámetro de 2 pulgadas (5,08 cm) y gira a una velocidad de 250 rps; la velocidad con que la cabeza pasa por delante de la cinta es de $250 \times 2 \times \pi \times 2{,}54 = 3.990$ cm/s = 39,90

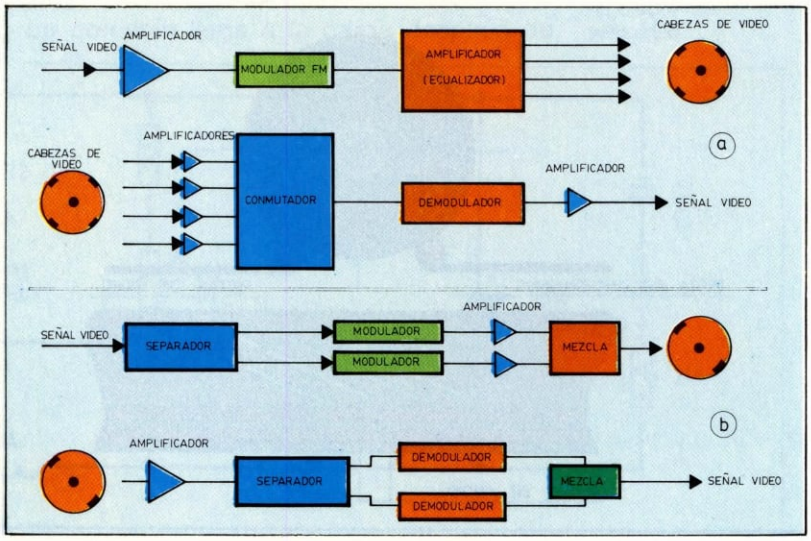



*Diagrama de bloques de los dos principales sistemas de grabación de vídeo. a) Sistema transversal de 4 cabezas. b) Sistema helicoidal.*

m/s, cifra bastante superior a la calculada anteriormente.

La cinta se desplaza a la velocidad de 38 cm/s y tiene un ancho de 2 pulgadas (5,08 cm). El tambor lleva un pequeño imán y graba unas señales en la pista de control que se utiliza para pilotar los servosistemas que controlan la velocidad de la cinta, y la del tambor.

La cinta, que es plana, se adapta a la curvatura de la cabeza mediante un sistema de vacío.

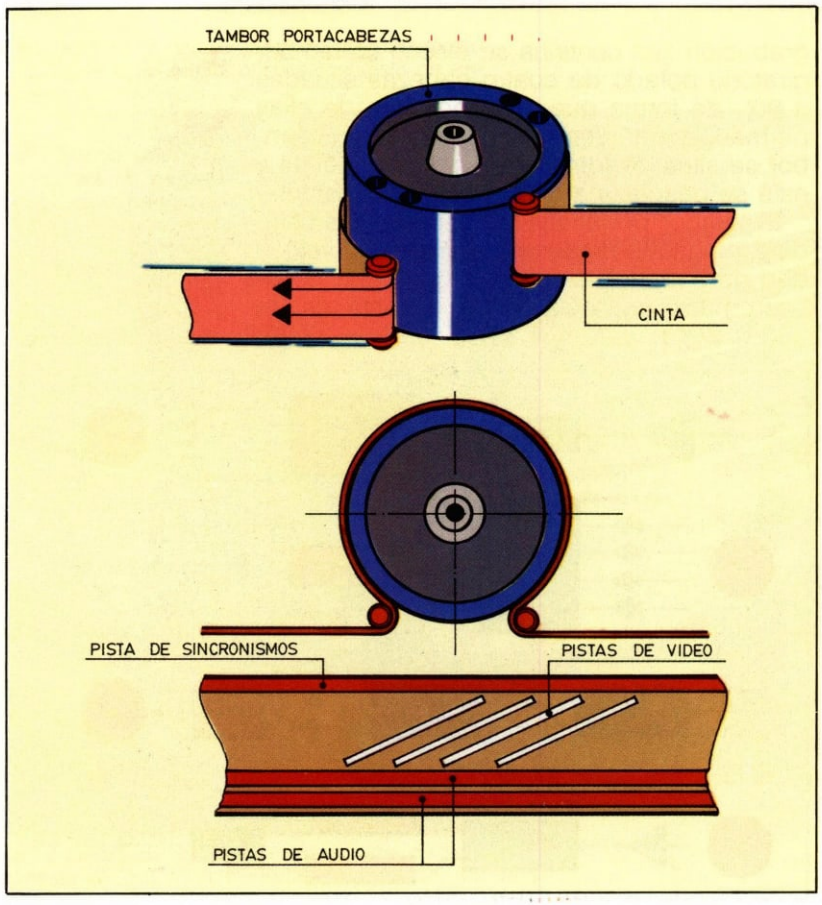
Este sistema tiene la ventaja de que las cintas son totalmente compatibles, pero no permite la congelación de imágenes. Proporciona una excelente calidad de imagen, pero debido a su complejidad, alto coste y excesivo tamaño, se utiliza exclusivamente en el campo profesional.

## Grabación helicoidal

La investigación continuó a partir del sistema anterior con vista a lograr una reducción del peso y tamaño de los equipos, así como también del costo. Así, se desarrolló un sistema, que se caracteriza por disponer de un tambor de grabación alrededor del cual se arrolla la cinta magnética en forma de hélice, utilizando dos cabezas grabadoras situadas a 180° una de la otra. Esta forma de moverse la cinta respecto a la cabeza hace que las pistas obtenidas sean oblicuas a la cinta y paralelas entre sí, de forma que en cada vuelta del tambor se habrá grabado una imagen completa. Esto permite congelar la imagen al parar la cinta. Con las pistas oblicuas se hace posible el uso de cintas más estrechas, siendo de uso común las de 1 y 3/4 de pulgada en el campo profesional, y de 1/2 pulgada y 1/4 de pulgada en los magnetoscopios domésticos.

En los magnetoscopios profesionales el tambor de grabación es vertical y los carretes que contienen las cintas están a diferentes alturas; pero también existe la posibilidad de inclinar el tambor y mantener los carretes de cinta al mismo nivel, siendo éste el procedimiento que se emplea en los magnetoscopios de uso doméstico.

Cada fabricante ha intentado imponer su variante y como resultado coexisten en el mercado diferentes magnetoscopios que emplean este sistema, siendo incompatibles las cintas, tanto por la forma de los carretes que las soportan, como por las variantes introducidas en la grabación.




*Representación esquemática del sistema de grabación helicoidal. El magnetoscopio debe disponer de un sistema de enhebrado para que la cinta circule rodeando el tambor portacabezas.*

## Qué señales se graban?

Se ha indicado anteriormente que el objetivo buscado es la grabación de una señal de vídeo que proviene de una cámara o de otro magnetoscopio y que tiene un ancho de banda de unos 5 MHz.

Esta señal está compuesta por una señal de luminancia, que lleva la información de blanco y negro; otra de crominancia, que lleva la información del color, y por último, la señal que lleva los sincronismos.

La limitación de ancho de banda de algunos magnetoscopios exige trasladar la señal de crominancia a una frecuencia más baja; para ello se separan las señales de luminancia y de crominancia, pasando cada una por su respectivo modulador. Después se amplifican las señales resultantes, se mezclan y pasan a las cabezas de grabación. En reproducción se realiza el proceso inverso.

La señal de vídeo lleva información línea a línea de la imagen captada; por tanto, la cámara tiene que enviar información de cuándo acaba cada línea, y de cuándo se ha explorado toda la imagen y comienza otra; es decir, es necesario recibir una información de sincronismo, grabarla, y luego volver a entregarla durante la reproducción.

El sonido se graba en una zona independiente de la cinta, de manera convencional.

En los magnetoscopios profesionales se trabaja generalmente en banda base de vídeo y de audio, y son otros equipos distintos (moduladores y demoduladores) los que pasan la señal de vídeo a RF, o viceversa.

# REGULADOR DE VELOCIDAD PARA TALADRADORA

*La aparición hace apenas unas décadas del* triac, *pequeño semiconductor de tres terminales capaz de controlar corrientes elevadas, ha hecho resurgir la electrónica de potencia, sustituyendo en algunos casos los voluminosos y costosos transformadores y reostatos por circuitos electrónicos de reducido peso, tamaño y costo.*

Con un bajo número de componentes se puede diseñar un circuito utilizable para variar la velocidad del motor de una taladradora, regular la intensidad de iluminación de una lámpara incandescente o variar la potencia de un secador de pelo, por ejemplo.

El circuito «deja pasar» solamente la cantidad de energía que se va a consumir en la carga, al contrario que en el caso de regulación por reostato, sistema que conlleva un consumo de energía que se disipa en la resistencia del mismo.

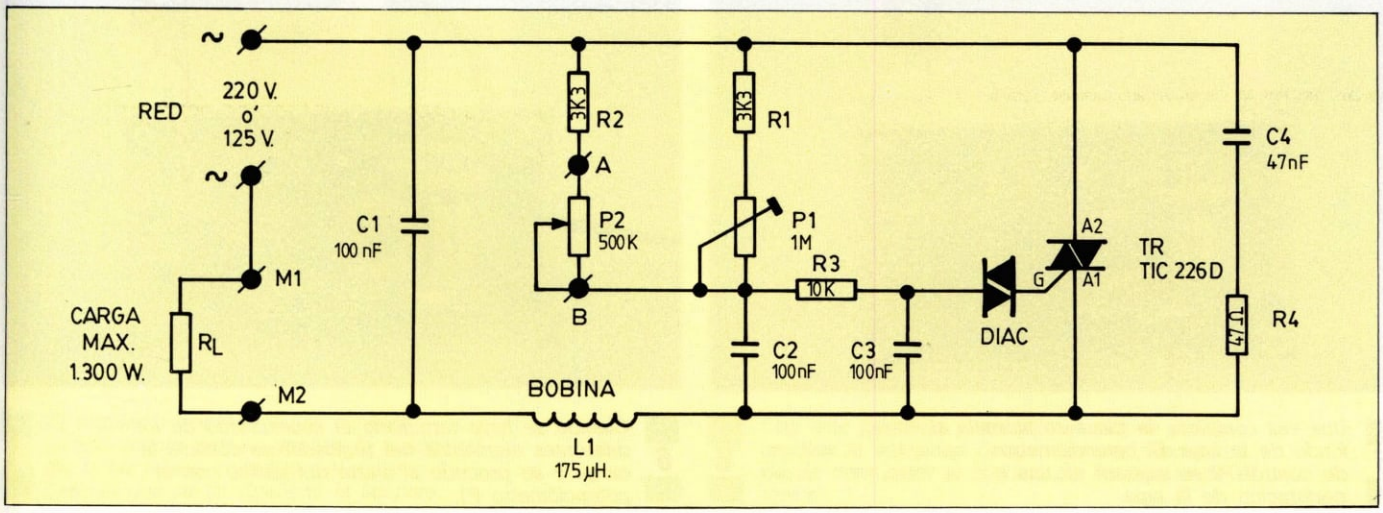
Cuando puede sustituir al transformador tiene la ventaja de ser más ligero que éste, unos pocos gramos, frente a los 5 kilogramos más o menos que pesa un transformador de 1.000 W.

El control electrónico de potencia es gradual y cómodo y se realiza, en este caso, girando el mando de un potenciómetro. O sea, se puede regular la velocidad de giro de una taladradora, o la iluminación de un local, tan fácilmente como se acciona el mando de volumen de un receptor de radio.

## Descripción del circuito

Este circuito se conecta directamente a la red de distribución de energía eléctrica, bien sea de 110, 125, 150 ó 220 V, de 50 ó 60 Hz, sin necesidad de intercalar ningún transformador.

La corriente llega a la carga después de




*Esquema eléctrico del regulador de velocidad.*

atravesar el triac por los electrodos A1 y A2, y es controlada por la señal aplicada al electrodo puerta (G, del inglés *gate).*

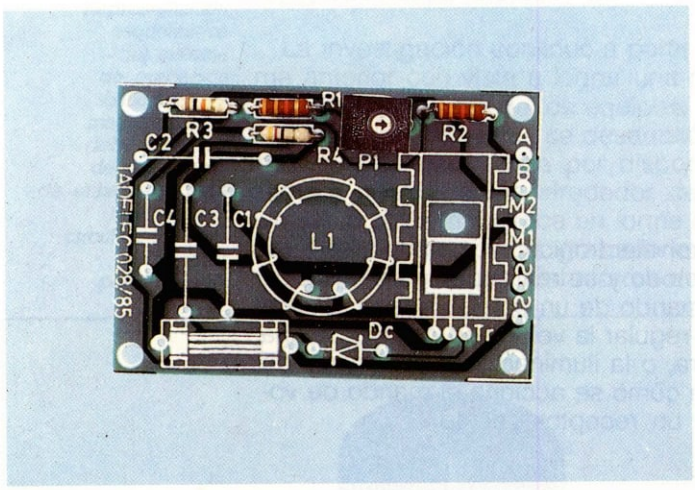
Al dar tensión al circuito, el condensador C3 comienza a cargarse con la primera semionda de tensión que le llega a través de R1, R2, R3, P1, P2; cuando la tensión en los bornes del condensador alcanza el umbral de disparo del «diac», unos 30 V, este dispositivo conduce y hace que el condensador C3 se descargue sobre el circuito de puerta, con lo que el triac entra en conducción alimentando la carga.

Cuanto mayor sea el valor de la resistencia a través de la cual se carga dicho condensador, más tardará en alcanzar la tensión de disparo, y más se reducirá la potencia entregada a la carga.

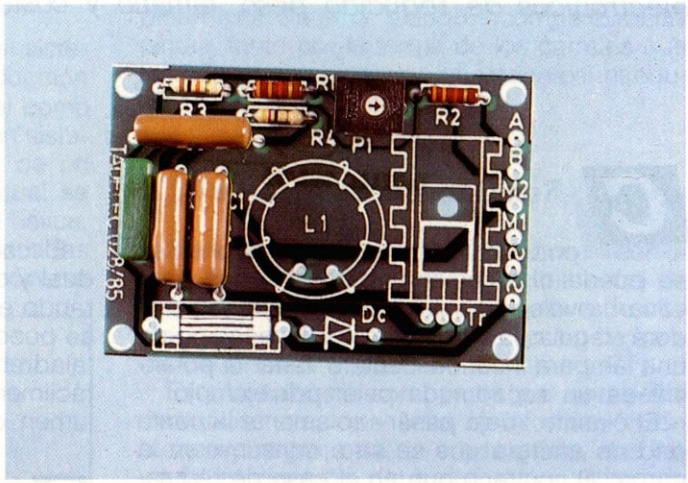
En este tipo de circuito aparece un fenómeno llamado *histéresis,* que se manifiesta al conseguir la misma potencia en dos puntos diferentes del cursor, según se esté aumentando o reduciendo la misma. Este efecto se debe a la variación de la carga residual del condensador de disparo. Para evitar esto se añade al circuito otro condensador, C2, de forma que cuando C3 se descarga a través del diac, el otro condensador le suministra un refuerzo de tensión que mantiene constante la carga inicial del condensador de disparo.

La conexión de cargas inductivas (motores) trae como consecuencia la aparición de cambios bruscos de tensión en los bornes del triac que pueden provocar disparos esporádicos, o incluso la destrucción del mismo.

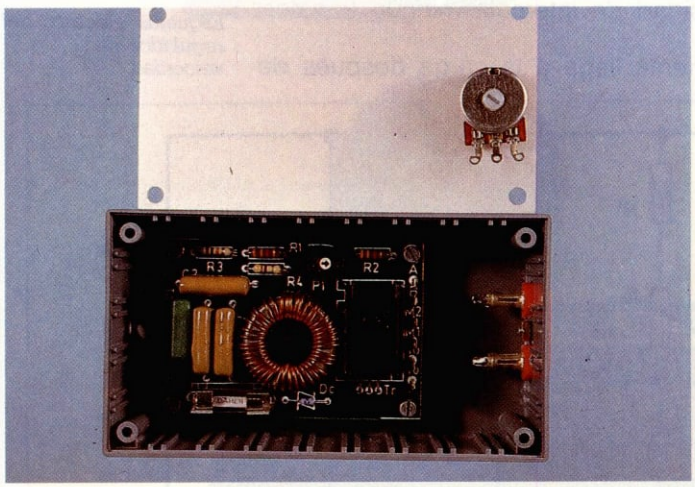
La adición del condensador C4 en los bornes del triac soluciona este problema. La resistencia R4, en serie con el condensador, limita la corriente de descarga del mismo sobre el triac.



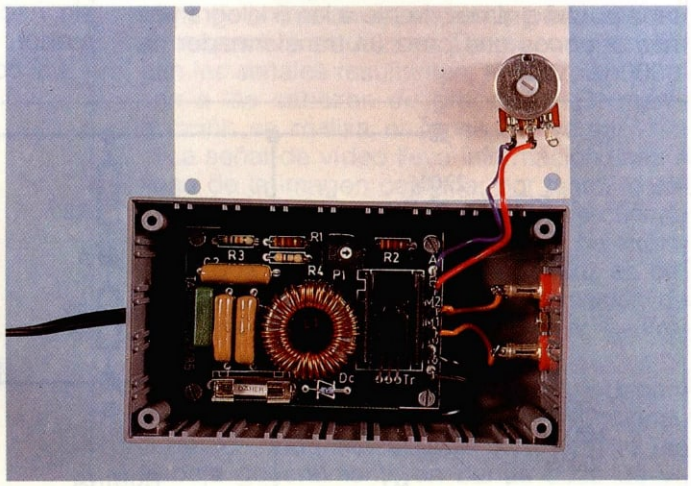

**1** *Una vez identificada cada resistencia se insertan sus terminales en las perforaciones que les corresponda, soltándolos y cortando el sobrante de los mismos.*




**2** *Los cuatro condensadores de poliéster y el potenciómetro ajustable P1 se instalan en los lugares que se les ha reservado en la placa de circuito impreso.*



**5** *Una vez completa, la placa se atornilla al fondo de la caja. El potenciómetro de control P2 se sujetará en una perforación de la tapa.*



**6** *Cuando se haya terminado el conexionado de los diferentes elementos del regulador se conecta la carga y se procede al ajuste del mismo con el potenciómetro P1.*

El condensador C1 y la bobina L1 forman un simple filtro antiparasitario.

## Montaje del regulador

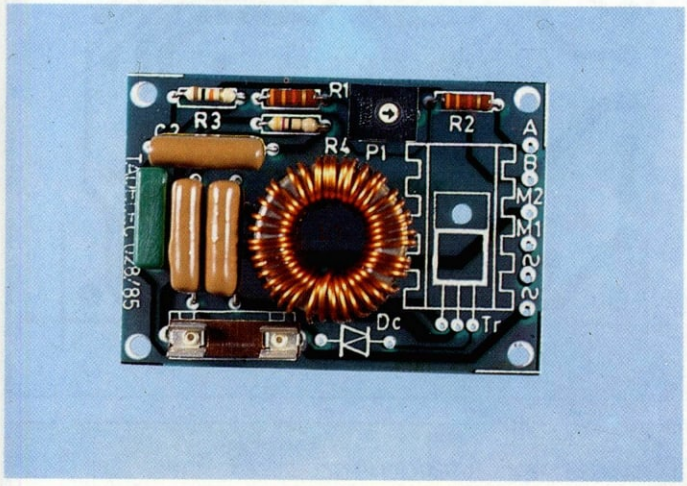
Cuando la corriente que circula por el triac supera 1 A, es necesario dotar al mismo de un disipador de calor. En este circuito hay tensión de red, conectada a la patilla A2 del triac, la cual va internamente unida a la solapa metálica del mismo, y hace contacto con el disipador; por tanto, no se debe tocar con los dedos. Como medida preventiva se recomienda tomar esta precaución con todas las partes metálicas del circuito.

Los condensadores C1 y C4 deben ser capaces de aguantar una tensión de 600 V; pueden utilizarse de 400 V, pero estarían al límite de su utilización. C2 y C3 pueden ser de 400 V.

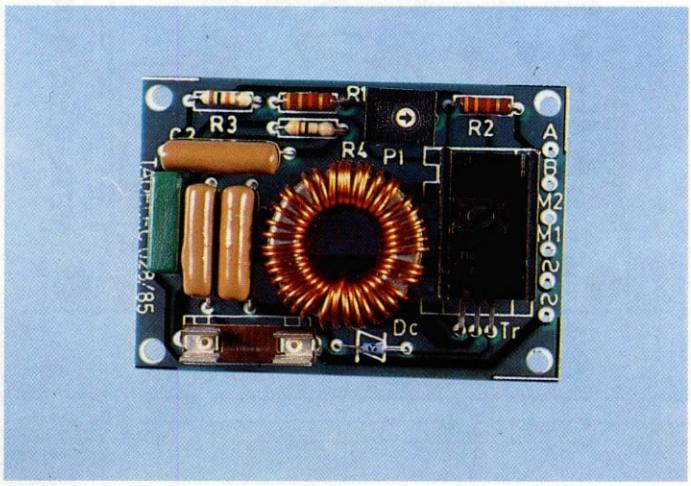
La inductancia de la bobina L1 debe estar comprendida entre 100 y 200 μH, y deberá soportar como mínimo 6 A.

Se ha dejado suficiente espacio en la placa de circuito impreso para poder utilizar diferentes modelos. La que aparece en la fotografía está realizada con 40 espiras de hilo barnizado de 1 mm.

El cableado se llevará a cabo teniendo en cuenta el tamaño y ubicación de cada componente, con el fin de evitar contactos indeseados al cerrar la caja, siendo conveniente revisar todo el montaje antes de proceder a su conexión a la red. Cuando este circuito se destina a diversas aplicaciones, se conectará con un cable bifilar a la red, y con otro similar a la carga, provistos ambos de sus clavijas correspondientes.

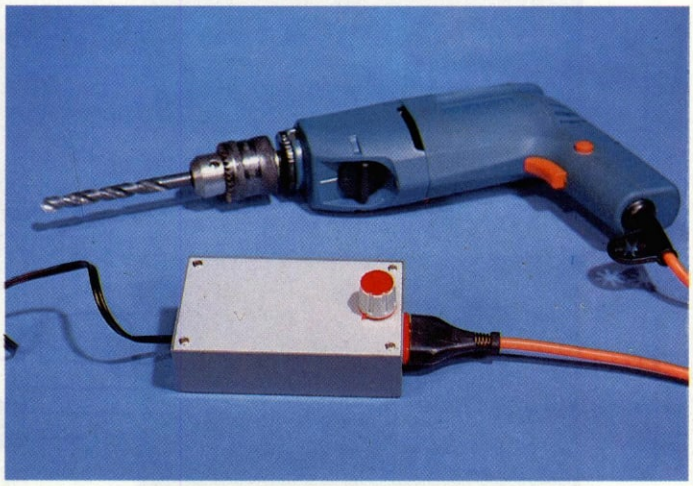



**3** *A continuación se suelda el portafusibles. Antes de aplicar el soldador a los terminales de la bobina L1 se deberá quitar de los mismos la capa de barniz aislante.*




**4** *El disipador de calor se atornilla con el «triac» al circuito impreso, teniendo cuidado de no cortocircuitar las patillas del mismo. El «diac» no tiene polaridad.*

**7** *El regulador aplicado a una lámpara incandescente permie graduar la intensidad de la luz desde cero hasta el máximo para el que se ha diseñado la lámpara.*



**8** *Con este pequeño y sencillo aparato se puede graduar la velocidad de giro de una taladradora desde cero hasta el máximo de r.p.m. que dé el motor.*

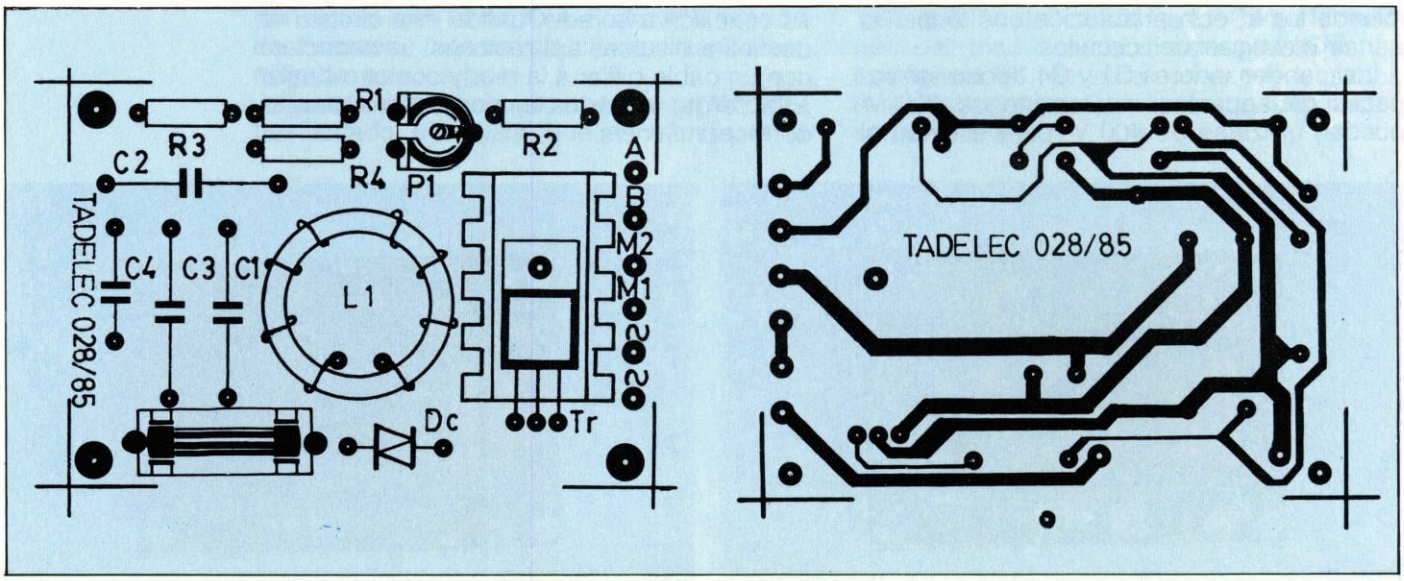
Es posible conectar este montaje a los dos hilos que van a un interruptor, sustituyendo al mismo. En este caso se recomienda la utilización de un potenciómetro con interruptor incorporado, según se indica en el diagrama de cableado correspondiente.

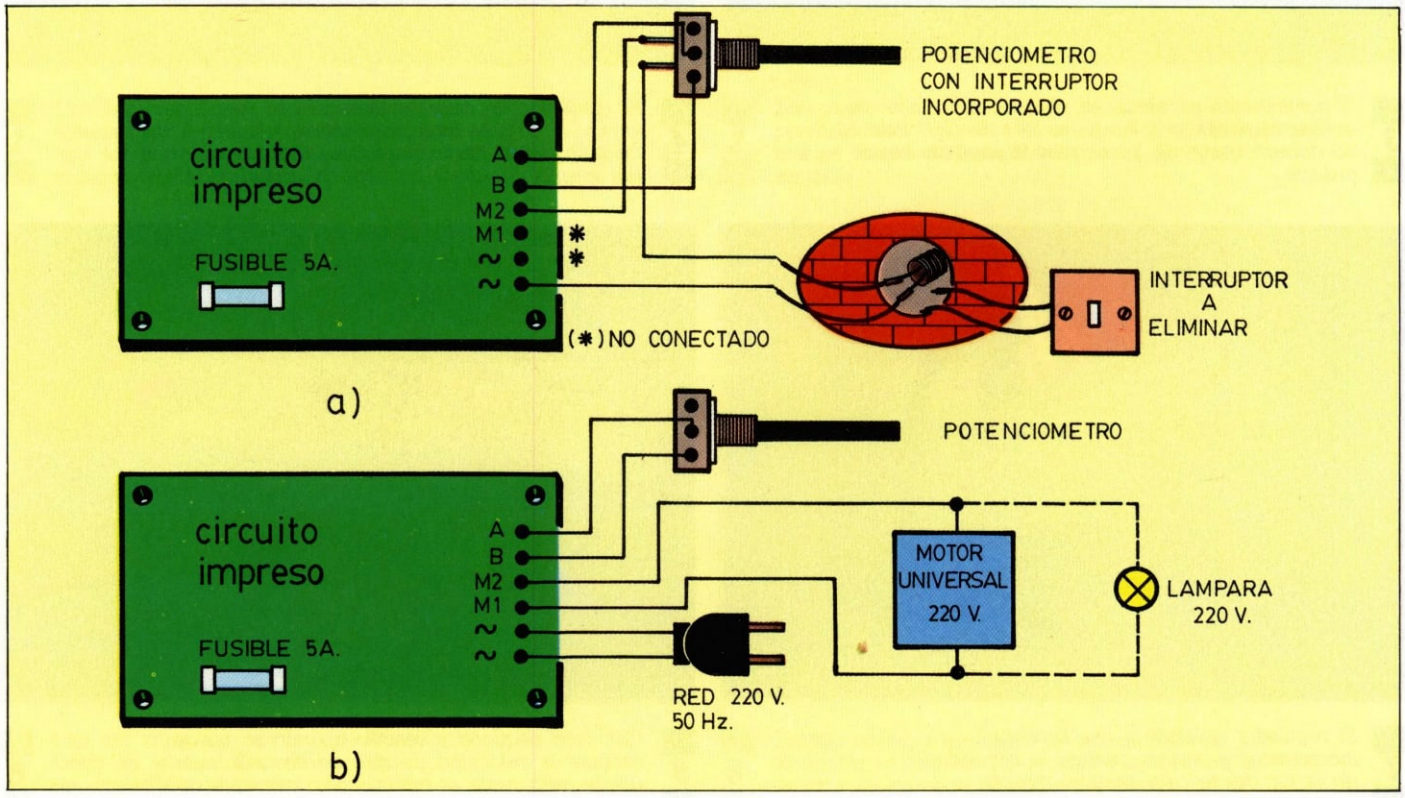
## Ajuste del montaje

El ajuste, que es muy fácil, se realiza con la carga a controlar conectada, que será inferior a 1.300 W; el potenciómetro de control P2 se situará en el mínimo, y con P1 se ajustará el punto de mínima potencia, teniendo en cuenta que cuando se conecta un motor éste deberá girar, aunque sea lentamente, pues si está sometido a tensión y no se mueve se disipará la energía siministrada en forma de calor pudiendo llegar a la destrucción del mismo si se prolonga dicha situación.

Este montaje posibilita la utilización de aparatos de 125 V con la red de 220 V. El ajuste se hará con el potenciómetro P2 al máximo, e iremos aumentando P1 hasta que la tensión medida en la carga con un polímetro de AC llegue a 125 V. Al girar el mando de P2 se reducirá la potencia aplicada.

*Circuito impreso del regulador de velocidad y distribución de componentes sobre el circuito impreso.*




*A) Conexión del regulador a los dos cables de un interruptor; y B) esta otra solución permite un mayor número de aplicaciones.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 3K3 1/2 W (naranja, naranja, rojo).
R2 - Resistencia 3K3 1/2 W (naranja, naranja, rojo).
R3 - Resistencia 10 K 1/2 W (marrón, negro, naranja).
R4 - Resistencia 47 Ω 1/2 W (amarillo, violeta, negro).
P1 - Potenciómetro para panel 500 K LIN.

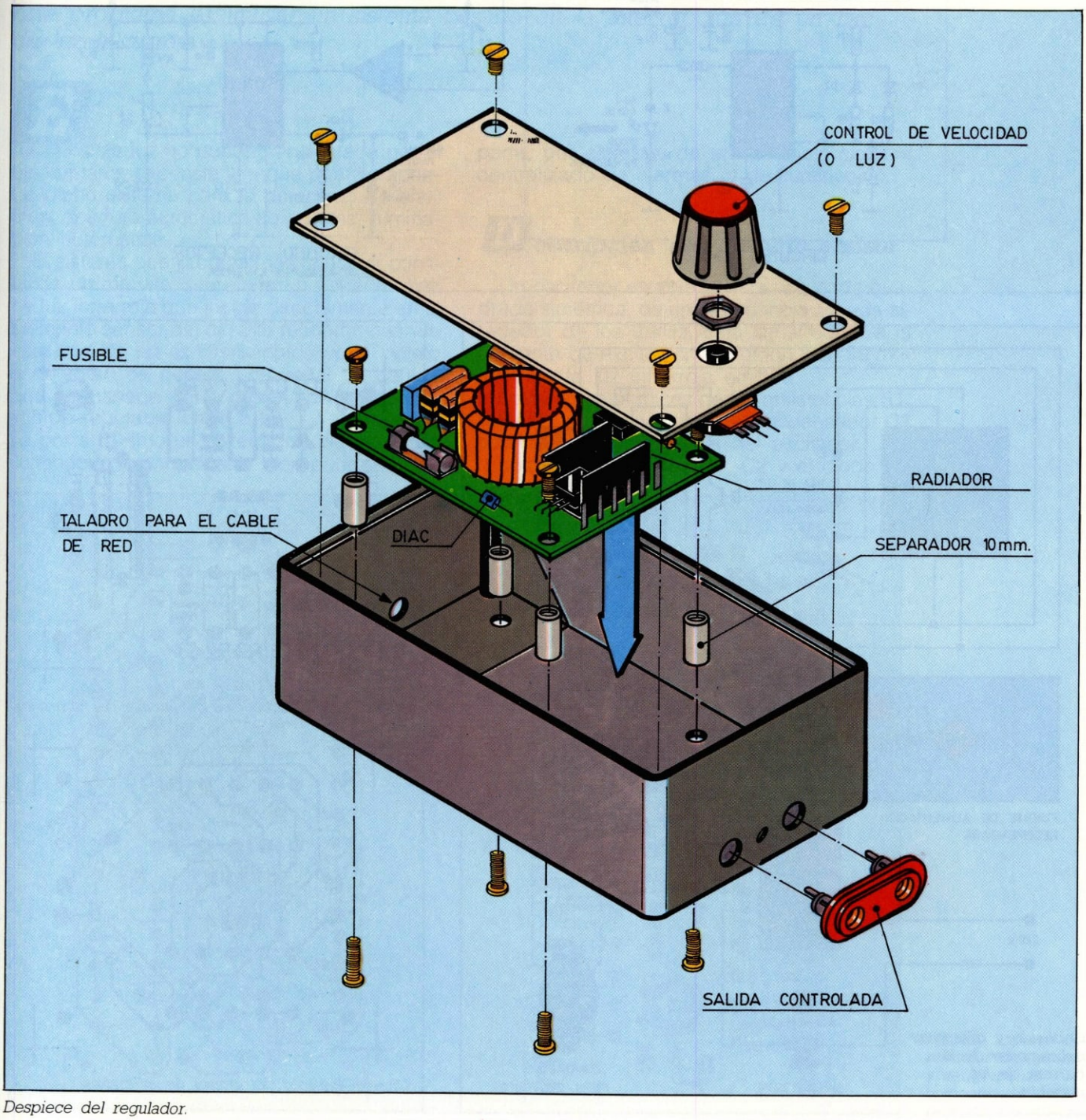
*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 100 nF. Poliéster, 630 V.
C2 - Condensador 100 nF. Poliéster, 630 V.
C3 - Condensador 100 nF. Poliéster, 630 V.
C4 - Condensador 47 nF. Poliéster, 630 V.
L1 - Bobina 175 μH.

Dc - Diac (cualquier modelo).
Tr - Triac TIC-226.

*VARIOS*

— 6 terminales tipo espadín.
— 1 portafusibles para circuito impreso.
— 1 fusible 5 A.
— 1 radiador para TO-220.
— 1 base red para panel.
— 1 botón de mando para el potenciómetro.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 caja polibox RP1-GA (Retex).




*Despiece del regulador.*

*Esquema eléctrico de los circuitos correspondientes al emisor y al receptor de luz infrarroja.*

TIL 81 FOTOTRANSISTOR
C E
R1 1K
C1 1n
R2 10K
R9 8K8
R8 10K
C8 33µF
R3 330K
C7 33µF
C6 220n
A1
R4 4K7
C2 1n
C3 1n
P1 5K
R5 220K
A2
R6 4K7
C4 1n
P2 5K
C5 1n
R7 220K
A3
C14 1µF
R11 560Ω
R10 39K
IN4148 D1
R12 1M
C9 100pF

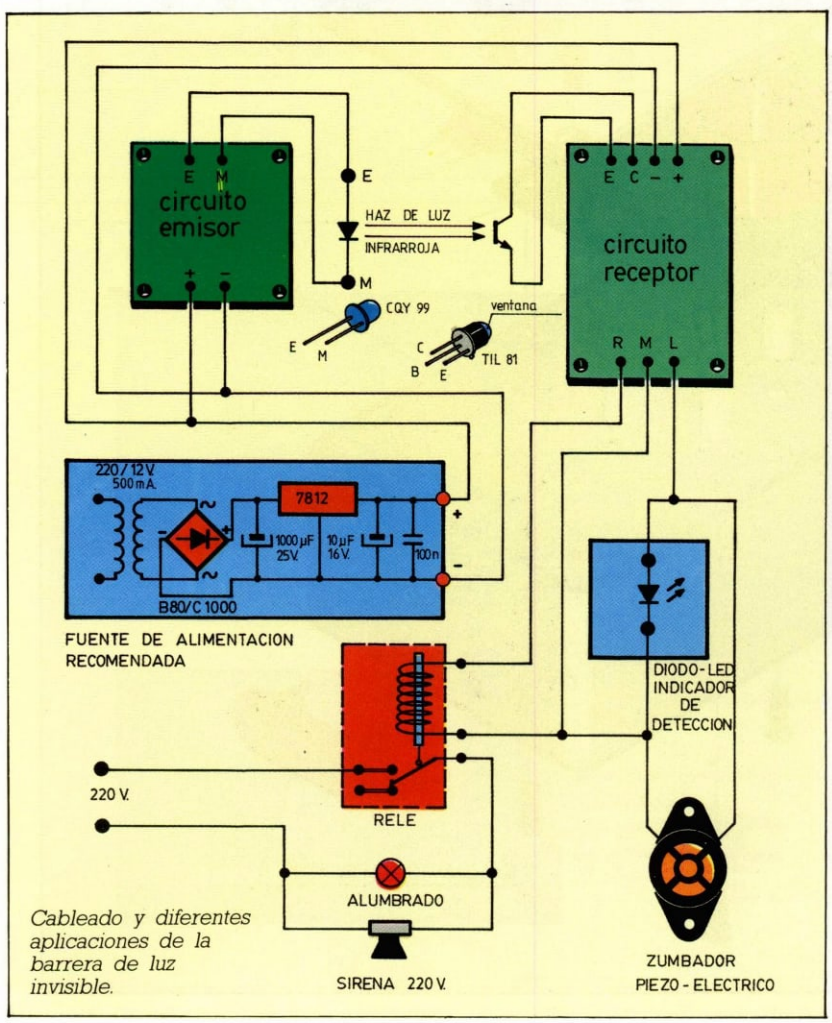
CIRCUITO EMISOR

D3 IN4004
R1 15K
C2 100n
C1 120 µF
D1
D2
R2 8K2
R3 8K2
IC1 555
R4 390Ω
C3 2n2
C4 100n
D1-1 CQY99
DIODO EMISOR INFRARROJOS

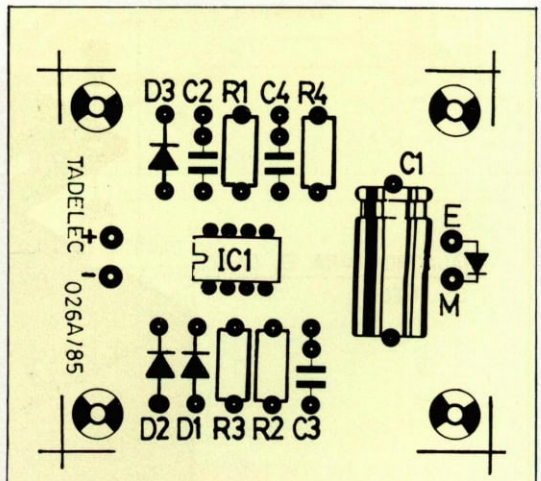
CIRCUITO RECEPTOR

P3 50K
A4
R13 39K
IC2 555
C10 220n
R14 10K
C11 33µF
P4 1M
D2 IN4004
R15 1K
SALIDA PARA RELE
D3 IN4004
LED
C13 100n
C12 10µF

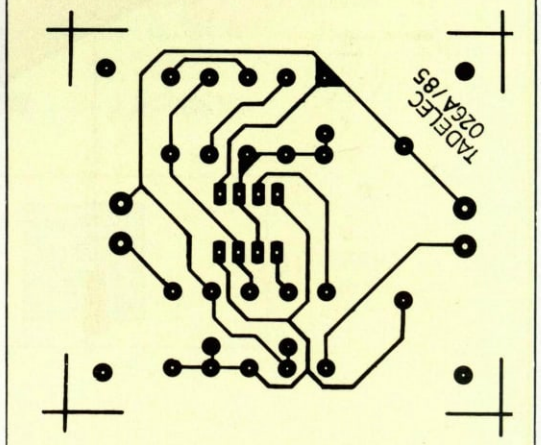
A1, A2, A3, A4 = IC1 = LM 324




*Cableado y diferentes aplicaciones de la barrera de luz invisible.*




*Serigrafía de componentes del emisor de infrarrojos.*




*Circuito impreso del emisor de infrarrojos.*

# BARRERA DE LUZ INVISIBLE

*En determinadas situaciones la detección del paso de personas u objetos no permite el empleo de contactos mecánicos, ya que exige seguridad de funcionamiento y facilidad de instalación. Una manera sencilla de obviar este problema es utilizar un sistema basado en la interrupción de un haz de luz infrarroja.*

Esta luz no puede ser captada por el ojo humano, circunstancia que permite adaptar dicho sistema para la detección de alarmas, apertura automática de puertas, iluminación automática, etc.

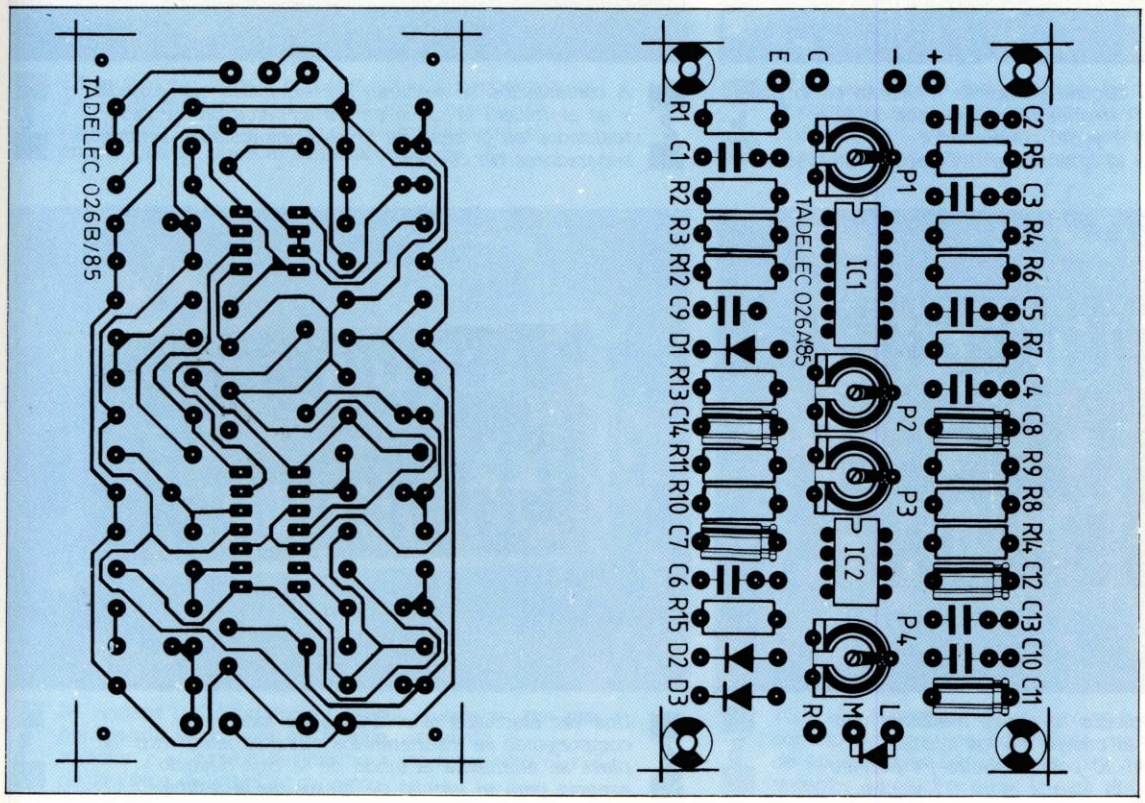
El sistema que proponemos construir consta de un circuito que emite un estrecho haz de luz infrarroja que incide directamente en el elemento sensor del circuito receptor; cuando este rayo de luz es interrumpido por el objeto a detectar, se genera una señal de control que permanece activa durante un período de tiempo regulable entre o,1 y 12 s. Constituye por sí mismo un sistema de alarma, o de iluminación automática, o bien puede formar parte, por ejemplo, de un complejo sistema centralizado de alarmas, o de iluminación.

## Descripción del circuito emisor

Un oscilador astable genera una onda cuadrada simétrica, de una frecuencia situada alrededor de los 9 kHz. Esta señal controla la corriente de excitación del diodo CQY99 modulando la luz infrarroja emitida.

Los valores óhmicos de las resistencias R1, R2 y R3, y la capacidad del condensador C3 determinan la frecuencia del oscilador.

Los condensadores C1, C2 y el diodo D3




*Circuito impreso del receptor de infrarrojos y serigrafía de componentes del receptor de infrarrojos.*

evitan que la señal moduladora que se genera en este circuito pase al circuito receptor a través de los cables de la alimentación, circunstancia que perturbaría el correcto funcionamiento del sistema.

El diodo D3 tiene además otra misión: proteger al circuito de inversiones de polaridad en la alimentación. La resistencia R4 limita la corriente que circula por el diodo CQY99.

## Descripción del circuito receptor

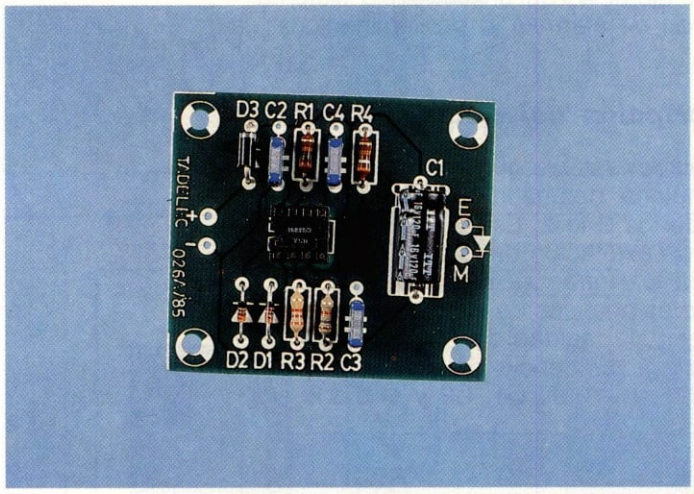
El estrecho haz de luz infrarroja llega, cuando no es interceptado por obstáculo alguno, al fototransistor TIL 81, cuya corriente de emisor está controlada por el haz de luz recibido en su ventana.

El condensador C1 forma con la impedancia de entrada del amplificador situado a continuación un filtro paso-alto, que deja pasar la señal de 9 kHz, pero dificulta el paso de la señal de 50 Hz originada por las lámparas alimentadas por la red, y también de la excitación continua producida por la luz solar.

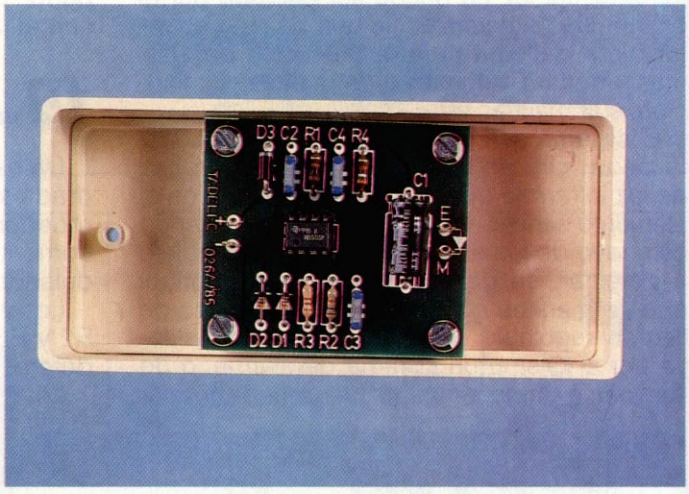
Una vez amplificada la señal captada, pasa a dos etapas iguales, que son filtros de paso de banda que se ajustan con los potenciómetros P1 y P2 para que dejen paso solamente a la señal de 9 kHz, con la que el circuito emisor moduló la luz infrarroja.

El condensador C14 desacopla la componente de tensión continua dejando pasar solamente la componente alterna de la señal.

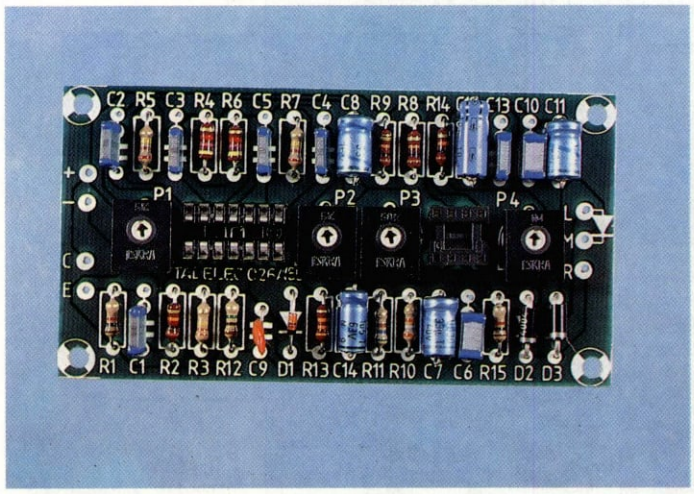
El circuito formado por el diodo D1, la resistencia R11 y el condensador C9 rectifica la señal y suaviza los picos de la misma. La señal obtenida, que baja de nivel cuando el haz es interrumpido, ataca a un circuito compara-



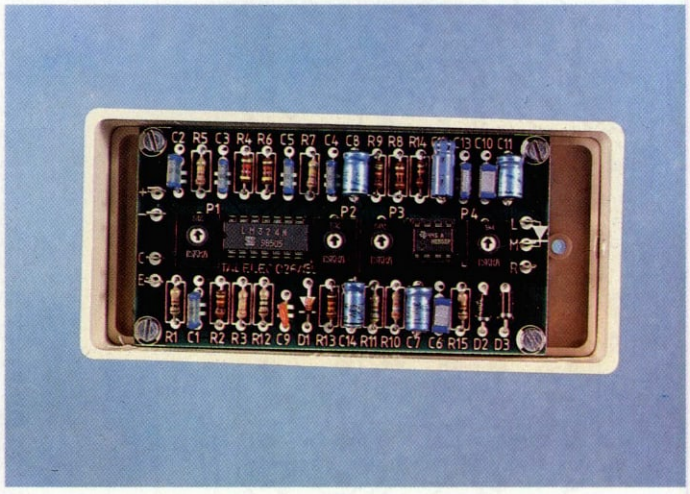

**1** *Los componentes del circuito emisor se montarán en la placa del circuito impreso correspondiente, respetando la polaridad de los diodos y del condensador electrolítico, así como la orientación del circuito integrado.*




**2** *A continuación se soldarán los terminales tipo espadín y se atornillará la placa en los agujeros previamente realizados en la base de la caja, intercalando sendos separadores de 10 mm.*




**5** *La polaridad de los diodos se indica mediante una franja impresa sobre el cuerpo de los mismos, que corresponde al cátodo. El potenciómetro P4 permite ajustar la duración de la alarma entre 0,1 y 12 s.*



**6** *Una vez efectuada la soldadura de todos los componentes se insertarán los circuitos integrados. La placa se atornillará al fondo de la caja dejando espacio para el tornillo de cierre de la misma.*

dor, cuya señal de referencia se ajusta mediante el potenciómetro P3. Cuando la señal que llega a la patilla 5 del comparador pasa a un nivel de tensión menor que el de referencia, la salida de dicho comparador pasa a nivel bajo (aproximadamente 0 V), disparando el circuito monoestable constituido por el circuito integrado IC2; éste hace pasar su patilla 3 (salida) a nivel alto durante el tiempo que se haya programado con el potenciómetro P4, encendiendo el diodo Led (L) y activando la salida (R), en la que se puede conectar directamente un relé, ya que se han previsto diodos de protección. Esta salida también puede utilizarse para enviar una señal de control a una central de alarmas.

## Montaje del sistema

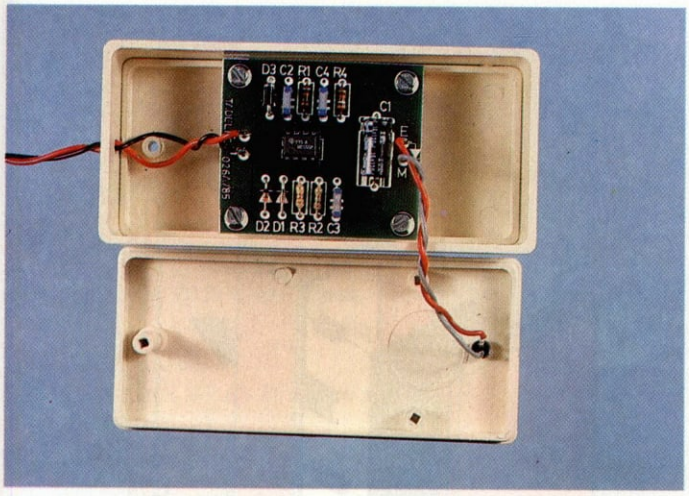
La instalación de cada componente en su placa, y de cada una de éstas en su caja, no presenta ninguna dificultad especial.

La patilla de mayor longitud del diodo emisor de infrarrojos corresponde al ánodo del mismo, que se conectará al terminal marcado con la letra E.

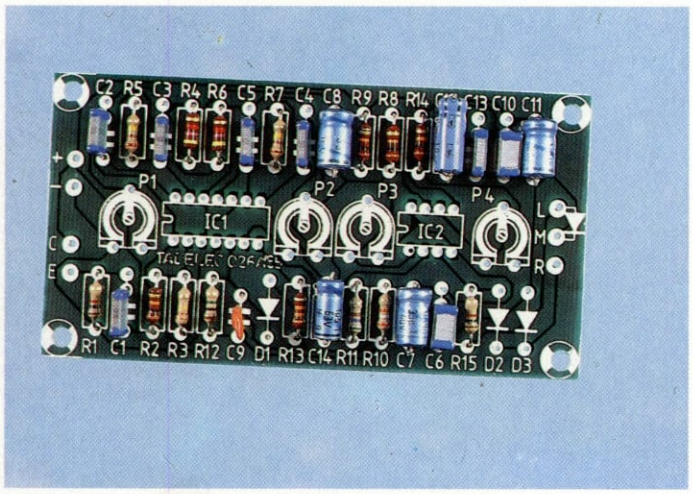
En la instalación del fototransistor TIL81 solamente se utilizan los terminales correspondientes al colector y al emisor, dejando al aire la patilla de base del mismo.

Este montaje necesita para su funcionamiento una tensión comprendida entre los 9 y 15 V, pero ha de ser estabilizada. La tensión utilizada durante el ajuste deberá ser la misma que alimentará el circuito definitivamente. Puede utilizarse la misma fuente de alimentación para ambos módulos, y se recomienda situarla próxima al circuito receptor.

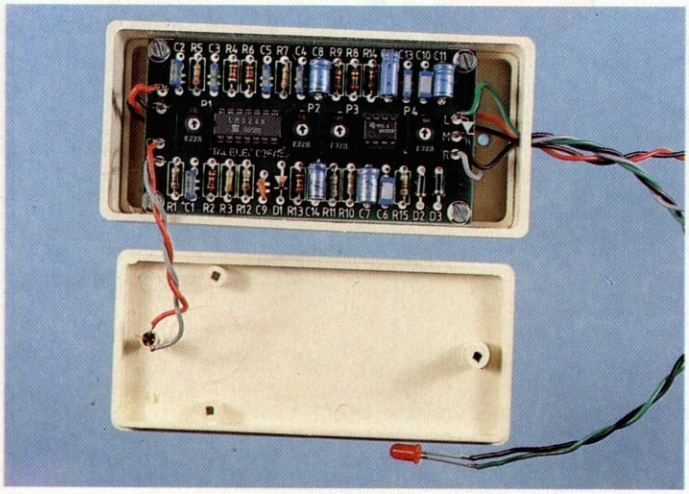
El diodo Led y los circuitos de identificación de alarmas, tales como zumbadores, sirenas, luces, etc., pueden situarse a cierta



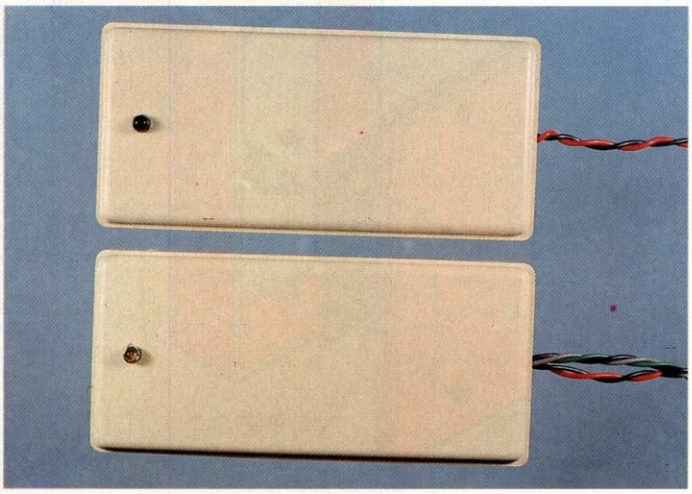

**3** *En la tapa de la caja se efectuará una perforación de 5 mm de diámetro destinada al diodo emisor. La patilla más larga de dicho diodo corresponde al ánodo, que se unirá al terminal marcado «E».*




**4** *Placa del circuito receptor, con las resistencias y condensadores instalados. Para los condensadores de poliéster se han realizado tres perforaciones que permiten utilizarlas de dos tamaños (7,5 y 10 mm).*



**7** *La ventana del fototransistor asoma al exterior por una perforación en la tapa de la caja; se unirán el colector y el emisor del mismo a los terminales C y E de la placa de circuito impreso.*



**8** *Vista del transmisor de infrarrojos y del receptor correspondiente, con los que se construirá la barrera de luz invisible. Lógicamente, hay que ajustar el receptor antes de cerrar la caja del mismo.*

distancia, en el lugar donde se desee recibir la señal de alarma.

Como es lógico, el diodo emisor del haz de luz infrarroja y el fototransistor que lo recibe deben estar perfectamente alineados.

## Ajuste del sistema

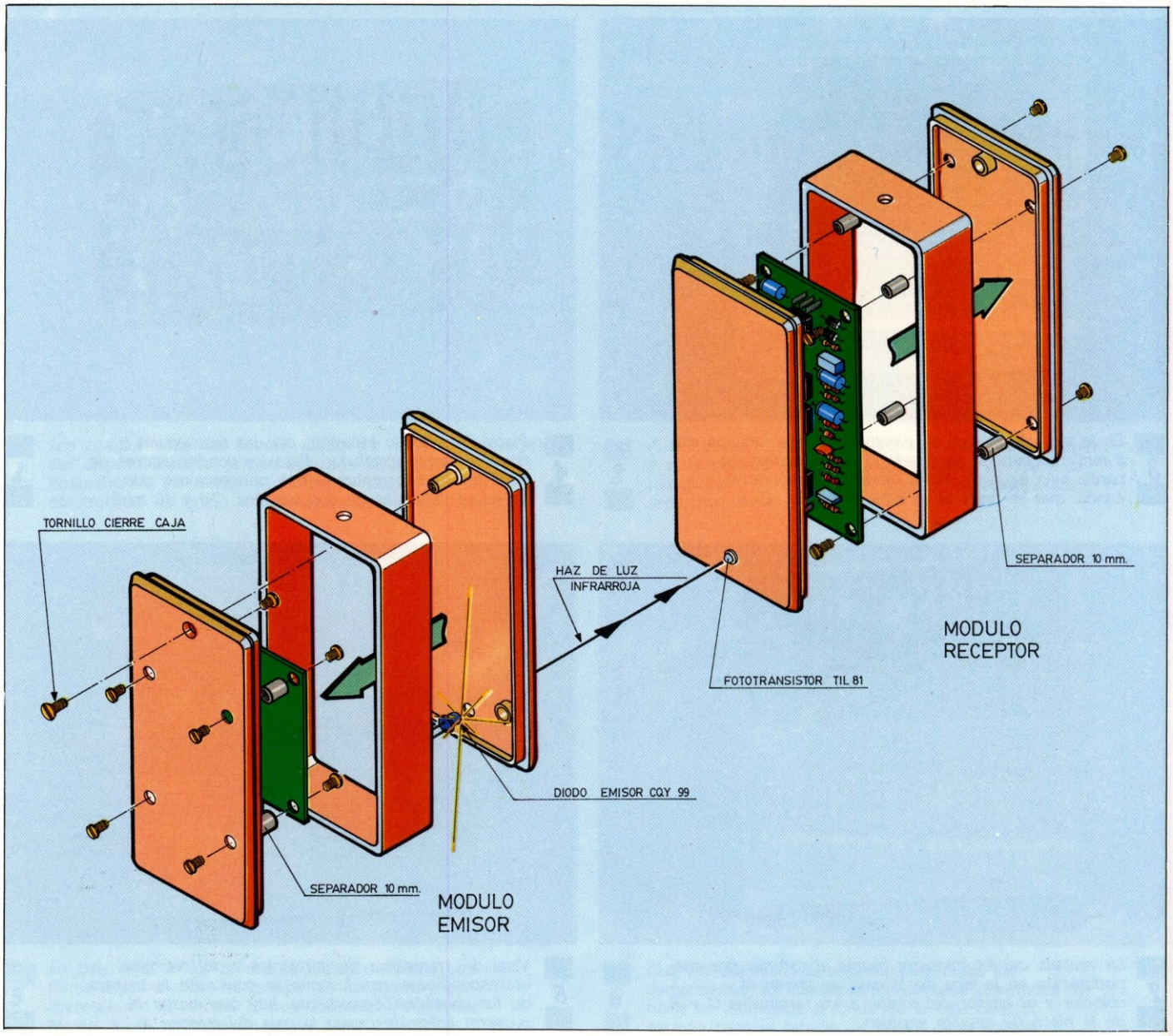
El módulo emisor no precisa de ningún tipo de ajuste.

El receptor incorpora cuatro potenciómetros de ajuste. En primer lugar se situarán los identificados como P1 y P2 en su posición intermedia.

Se alimentarán ambos módulos, situados a una distancia de unos 30 ó 40 cm, y perfectamente alineados. Se retocarán dichos potenciómetros hasta que en la patilla 8 de IC1 aparezca la máxima señal; este ajuste se puede realizar con ayuda de un osciloscopio, donde aparece claramente una señal de 9 kHz, o bien utilizar un polímetro, en una escala de tensión alterna (en este último caso se recomienda efectuar la medida después del condensador de desacoplo C14). Una vez realizados dichos ajustes se interrumpirá el haz de luz, interponiendo un obstáculo (por ejemplo, la mano), y la tensión medida deberá bajar. Si esto no sucede así es que se ha girado demasiado alguno de los potenciómetros, con lo que alguno de los filtros habrá entrado en oscilación; en tal caso se comenzará de nuevo el ajuste.

A continuación separaremos el módulo emisor y el receptor hasta la distancia de utilización, y se medirán los niveles de tensión en la patilla 5 del integrado LM324 cuando el

*Despiece de los dos aparatos de que consta la barrera de luz invisible.*



haz llega directamente al fototransistor, y también cuando este haz es interrumpido. Acto seguido se girará el mando de ajuste del potenciómetro P3 hasta que la tensión medida en la patilla 6 de dicho integrado $V_{REF}$ tenga un valor intermedio a las dos tensiones medidas anteriormente en la patilla 5.

El potenciómetro P4 ajusta la duración del estado de alarma entre 0,1 y 12 segundos después de que se haya interrumpido el haz de luz infrarroja.

## Aplicaciones

Este sistema puede adaptarse para detectar el paso de personas u objetos a través de un pasillo, de una cinta transportadora, de una puerta, de una ventana, etc.

La detección se señaliza mediante el encendido de un diodo Led y activando la salida R, a la cual puede conectarse directamente un relé cuyo consumo no sobrepase los 200 mA. Este relé puede utilizarse como interruptor, para una sirena de alarma, o bien para encender un alumbrado al paso de una persona durante un determinado período de tiempo, etc.

El sistema alcanza en principio los 2 m, distancia superior a la anchura del pasillo normal de una vivienda.

Si es necesario separar más el receptor del emisor pueden sustituirse las resistencias de 4K7, R4 y R6 del receptor por otras de 3K3.

Si se sitúan dos diodos CQY99 en serie y se sustituye la resistencia R4 del circuito emisor por una de 240 Ω, se facilita el enfoque, aumentando también el alcance.

## LISTA DE COMPONENTES

**Emisor de infrarrojos**

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 15 K (marrón, verde, naranja).
R2 - Resistencia 18 K (marrón, gris, naranja).
R3 - Resistencia 33 K (naranja, naranja, naranja).
R4 - Resistencia 390 Ω (naranja, blanco, marrón).

*CONDENSADORES*

C1 - Condensador 120 μF. Electrolítico axial, 16 V.
C2 - Condensador 100 nF. Poliéster.
C3 - Condensador 2,2 nF. Poliéster.
C4 - Condensador 100 nF. Poliéster.

*SEMICONDUCTORES*

IC - Circuito integrado NE555.
D1 - Diodo 1N4148.
D2 - Diodo 1N4148.
D3 - Diodo 1N4004.
DI1 - Diodo CQY99. Emisor de luz infrarroja.

*VARIOS*

— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 4 terminales tipo espadín.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 caja tipo PP-4.

**Receptor de infrarrojos**

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
R2 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R3 - Resistencia 330 K (naranja, naranja, amarillo).
R4 - Resistencia 4K7 (amarillo, violeta, rojo).
R5 - Resistencia 220 K (rojo, rojo, amarillo).
R6 - Resistencia 4K7 (amarillo, violeta, rojo).
R7 - Resistencia 220 K (rojo, rojo, naranja).
R8 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R9 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R10 - Resistencia 39 K (naranja, blanco, naranja).
R11 - Resistencia 560 Ω (verde, azul, negro).
R12 - Resistencia 1 M (marrón, negro, verde).
R13 - Resistencia 33 K (naranja, naranja, naranja).
R14 - Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R15 - Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo).
P1 - Potenciómetro horizontal miniatura 5 K.
P2 - Potenciómetro horizontal miniatura 5 K.
P3 - Potenciómetro horizontal miniatura 50 K.
P4 - Potenciómetro horizontal miniatura 1 M.

*CONDENSADORES*

C1 a C5 - Condensadores 1 nF. Poliéster.
C6 - Condensador 220 nF. Poliéster.
C7, C8 - Condensadores 33 μF. Electrolítico axial, 16 V.
C9 - Condensador 100 pF. Cerámico.
C10 - Condensador 220 nF. Poliéster.
C11 - Condensador 33 μF. Electrolítico axial, 16 V.
C12 - Condensador 10 μF. Electrolítico axial, 16 V.
C13 - Condensador 100 nF. Poliéster.
C14 - Condensador 1 μF. Electrolítico axial, 16 V.

*SEMICONDUCTORES*

IC1 - Circuito integrado LM324.
IC2 - Circuito integrado NE555.
1 diodo Led rojo 5 mm. de diámetro.
1 fototransistor TIL81.
D1 - Diodo 1N4148.
D2 - Diodo 1N4004.
D3 - Diodo 1N4004.

*VARIOS*

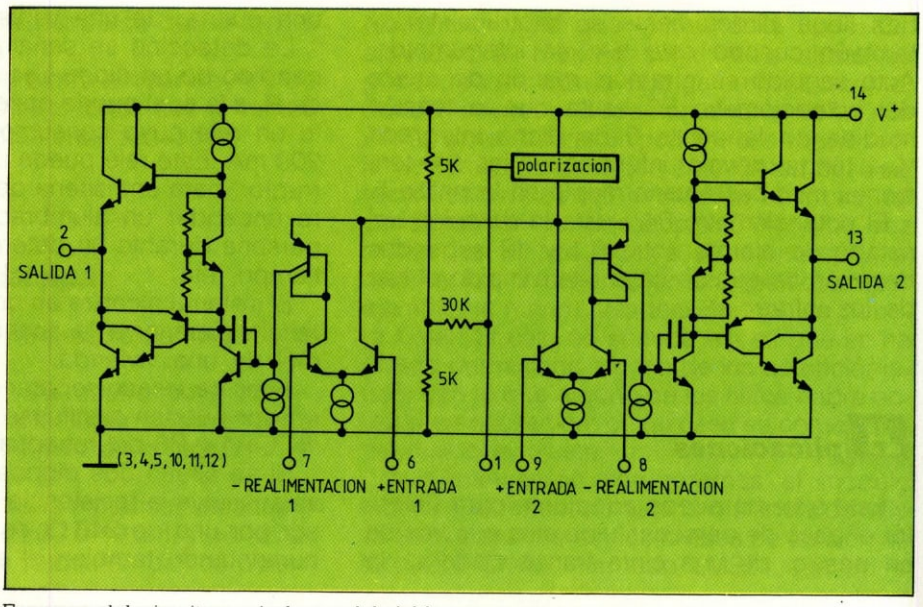
— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 1 zócalo para circuito integrado de 14 patillas.
— 4 separadores 10 mm.
— 8 tornillos 5 mm.
— 1 caja PP-4.

## VALORES LIMITE DE FUNCIONAMIENTO

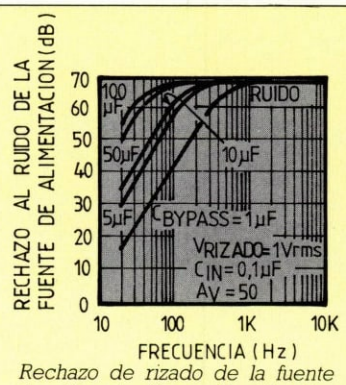
| | |
|---|---|
| Tensión de alimentación | 24 V |
| Tensión de entrada | ± 0,7 V |
| Margen de temperatura de funcionamiento | 0 °C a 70 °C |
| Margen de temperatura de almacenamiento | −65 °C a +150 °C |
| Temperatura de la unión | 150 °C |
| Temperatura de soldadura (10 seg.) | 300 °C |

## FABRICANTE

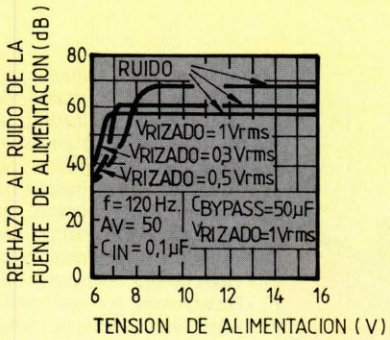
NATIONAL SEMICONDUCTOR.



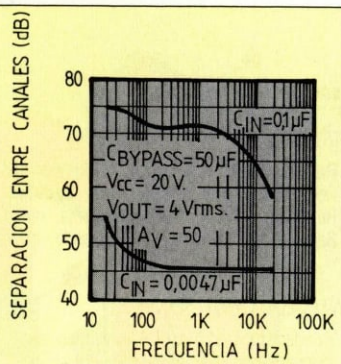

*Esquema del circuito equivalente del doble amplificador LM1877.*



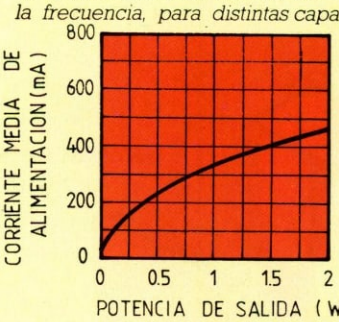

*Rechazo de rizado de la fuente de alimentación en función de la frecuencia, para distintas capacidades.*



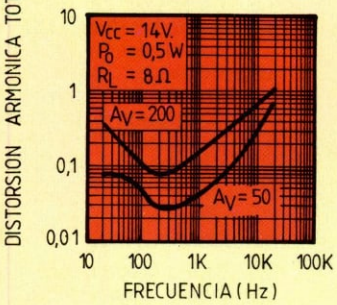

*Rechazo de rizado de la fuente de alimentación en función de la tensión de alimentación, para distintas tensiones de rizado.*



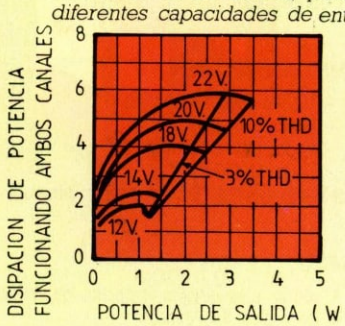

*Separación entre canales en función de la frecuencia, para diferentes capacidades de entrada.*



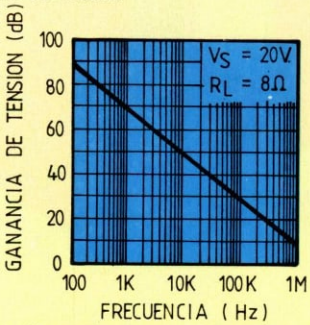

*Corriente media de alimentación necesaria en función de la potencia de salida.*



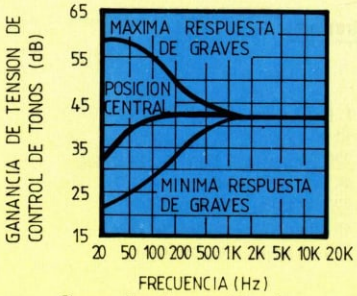

*Distorsión armónica total en función de la frecuencia para diferentes ganancias.*




*Disipación de potencia con los dos canales funcionando en función de la potencia de salida.*




*Ganancia de tensión lazo abierto en función de la frecuencia para una tensión de alimentación de 20 V.*




*Ganancia de tensión de control de tono en función de la frecuencia para el amplificador estereofónico.*

# CIRCUITO LM1877

*El circuito integrado monolítico LM1877 es un doble amplificador de potencia, diseñado para proporcionar una salida continua de 2 W por canal con carga de 8 Ω. Este integrado está fabricado para operar con muy pocos componentes externos; su gran flexibilidad permite usarlo en una gran variedad de aplicaciones. El Extenso margen de tensiones de alimentación, de 6 a 24 V, hace de este circuito un dispositivo muy idóneo para utilizarlo en equipos alimentados con baterías.*

Cada amplificador está polarizado desde un regulador interno común, de forma que se obtiene un elevado rechazo del rizado de la fuente de alimentación (−65 dB aproximadamente). La separación entre canales también es de −65 dB.

La distorsión de cruce y el ruido en la banda de audio son muy reducidos, por lo que se emplea en circuitos en los que se exige calidad. Tiene una impedancia de entrada en lazo abierto de 4 MΩ, y está compensado internamente para cualquier ganancia mayor de 10.

Como hemos dicho anteriormente, el integrado LM1877 proporciona 2 W por canal cuando la tensión de alimentación es de 20 V y está conectado a cargas de 8 Ω; en estas condiciones extremas la distorsión armónica total es de un 2 %, pero si el circuito trabaja suministrando potencias menores, la distor-

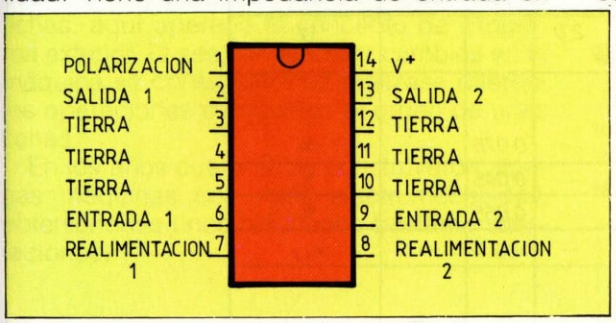
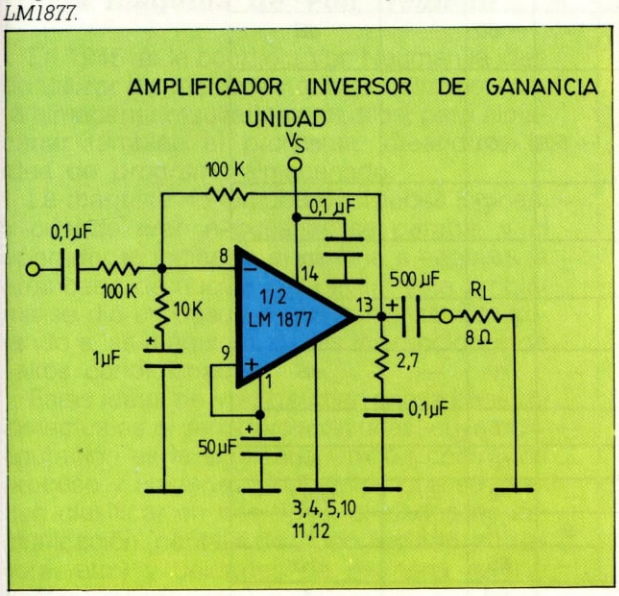
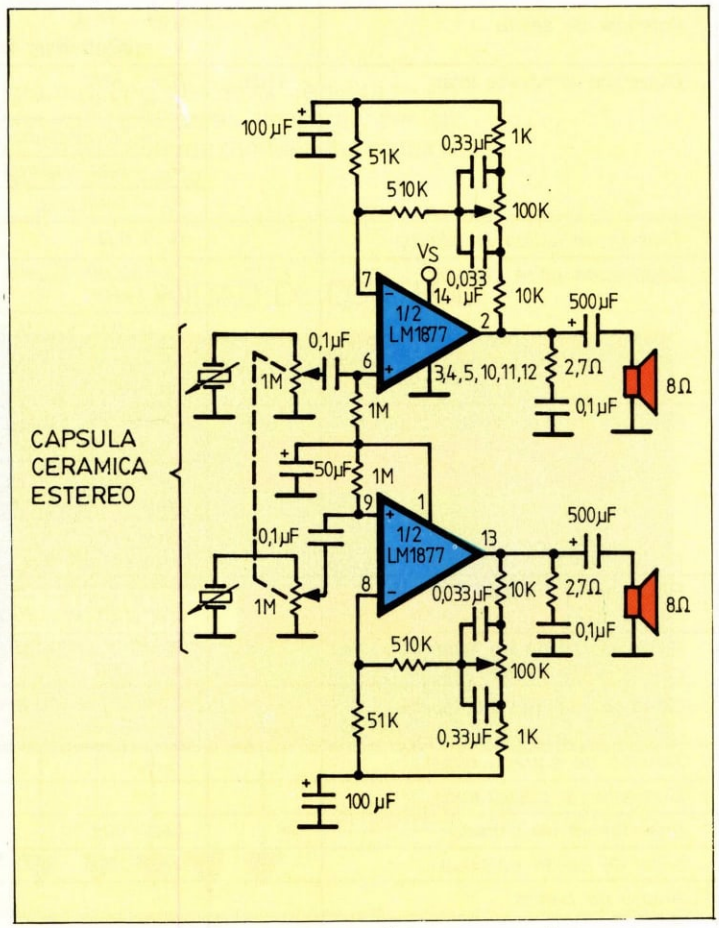



*Diagrama de conexiones del doble amplificador LM1877.*




*Modelo básico de aplicación del LM1877. Inversor de ganancia unidad.*




*Amplificador para tocadiscos estereofónico con control de tonos (aplicación típica).*

sión armónica total disminuye considerablemente, siendo de 0,02 % a 0,5 W.

Este integrado lleva incorporada una red de limitación térmica para proteger a los semiconductores de temperaturas excesivas que pudieran averiarlo; ambos amplificadores están también protegidos frente a cortocircuitos independientemente.

## Encapsulado

El circuito integrado LM1877 se presenta en formato DIL (Dual-in-Line) de 14 patillas, siendo la disposición de sus terminales de la forma siguiente: la patilla 1 corresponde a la polarización; puesto que el circuito está internamente polarizado puede conectarse directamente a masa, o bien a través de un condensador de 50 µF. Las patillas 2 y 13 son las salidas de potencia. Los terminales 3, 4, 5 y 10, 11 y 12, corresponden a masa (terminal negativo de la alimentación). Los terminales 6 y 9 son entradas de señal; el circuito de desacoplo hay que calcularlo teniendo en cuenta que la impedancia de entrada es de 4 MΩ. Los terminales 7 y 8 corresponden a la realimentación, se utilizan para fijar la ganancia de cada amplificador, y la patilla 14 se conecta al positivo de alimentación que estará comprendida entre 6 y 24 V respecto a la masa del circuito.

## Aplicaciones

El integrado LM1877 es un circuito versátil y de gran flexibilidad, adecuado para aplicaciones que requieran un circuito de estas características: sistemas de audio multicanal, fonochasis estéreo (tocadiscos), receptores de AM-FM estéreo, magnetófonos, sistemas de intercomunicación, sistemas de servocontrol, equipos para automóviles, etc.

| C. INTEGRADO LM1877 | | | CARACTERISTICAS ELECTRICAS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PARAMETRO | | Condiciones de medida | VALORES | | | Unidades | Observaciones |
| Denominación | Símbolo | | Mín. | Tip. | Máx. | | |
| Tensión de alimentación | $V_{cc}$ | | — | — | 26 | V | |
| Corriente consumida | $I_{cc}$ | $P_O = 0$ W | — | 25 | 50 | mA | |
| Potencia de salida | $P_O$ | IHD = 10 %<br>$V_S = 20$ V, RL = 8 | 2,0 | — | — | W | |
| Distorsión armónica total | THD | 8 = 1 kHz<br>$V_S = 14$ V | | | | | |
| | | $P_O = 50$ mW/canal | — | 0,075 | — | % | |
| | | $P_O = 500$ mW/canal | — | 0,045 | — | % | |
| | | $P_O = 1$ W/canal | — | 0,055 | — | % | |
| Tensión de salida en alterna | | $R_L = 8\ \Omega$ | — | $V_{cc}$- 6 | — | $V_{p-p}$ | |
| Separación entre canales | CHS | $C_F$=50 µF, $C_{IN}$=0,1 µF<br>f = 1 kHz | | | | | |
| | | $V_{cc}$=20 V, $V_O$=% $V_{rms}$ | – 50 | – 70 | — | dB | |
| | | $V_{cc}$ = 7 V.<br>$V_O$ = 0,5 $V_{rms}$ | — | – 60 | — | dB | |
| Rechazo de la fuente alimentación | PSRR | $C_F$=50 µF, $C_{IN}$=0,1 µF<br>f = 120 Hz | | | | | |
| | | $V_S$ = 20 V<br>$V_{rizo}$ = 1 $V_{rms}$ | – 50 | – 65 | — | dB | |
| | | $V_S$ = 7 V<br>$V_{rizado}$ = 0,5 $V_{rms}$ | — | – 40 | — | dB | |
| Ruido en la entrada | | $R_S$=0; $C_{IN}$=0,1 µF<br>BW = 20 Hz – 20 kHz | — | 2,5 | — | µV | |
| Ruido de salida en todo el ancho de banda | | $R_S$=0, $C_{IN}$=0,1 µF<br>$A_V$ = 200 | — | 0,80 | — | mV | |
| Ganancia sin realimentación | | $R_S$ = 0; f = 100 kHz<br>$R_L = 8\ \Omega$ | — | 70 | — | dB | |
| Tensión de entrada offset | | $V_{offset}$ | — | 15 | — | mV | |
| Corriente de polarización | | | — | 50 | — | nA | |
| Impedancia de entrada | | Lazo abierto | — | 4 | — | MΩ | |
| Nivel de salida continua | | $V_O = 20$ V | 9 | 10 | 11 | V | |
| Ancho de banda | | | — | 65 | — | kHz | |
| Corriente máxima | | | — | 1,0 | — | A | |

# EL ORDENADOR BASICO

*Mucho antes de comenzar a utilizarse la electricidad ya existían máquinas de calcular. En el siglo XVII, Pascal construyó una máquina de sumar y restar a base de ruedas dentadas, a la que posteriormente Leibniz añadió la multiplicación y la división.*

En un principio estos ingenios mecánicos repetían secuencialmente las mismas operaciones, que tenían que ser preparadas manualmente. Entonces se pensó en unas máquinas que pudiesen leer una ficha perforada, hacer una operación, leer la ficha siguiente y hacer la siguiente operación, etc. La secuencia de operaciones era el orden de las fichas; aquí aparece el concepto de *Programa* exterior. O sea, sin efectuar cambios en la máquina se conseguía que realizase diferentes operaciones cambiando el orden de unas fichas.

En los años cuarenta se construyeron algunas máquinas con relés electromecánicos, obteniéndose unos resultados bastante satisfactorios.

## La máquina de Von Neuman

En 1945 se le ocurrió a Von Neuman la idea de utilizar las memorias que se utilizaban para almacenar resultados parciales, para almacenar también el programa, creándose la idea de *programa* almacenado.

La máquina no tomaba decisiones lógicas, y cuando eran necesarias se paraba, y el operador le indicaba el camino a seguir y la arrancaba de nuevo; para evitar este problema se dio un paso en la automatización, dotando a las máquinas de las instrucciones de saltos condicionados.

Estas ideas de Von Neuman son la base de los actuales ordenadores digitales, cuya configuración es la siguiente: Unidad central de proceso y unidades periféricas, que se pueden clasificar en dos tipos: unidades de comunicación (pantalla de vídeo, teclado, impresora, etc.) y unidades de memoria auxiliar (cintas, discos, etc.).

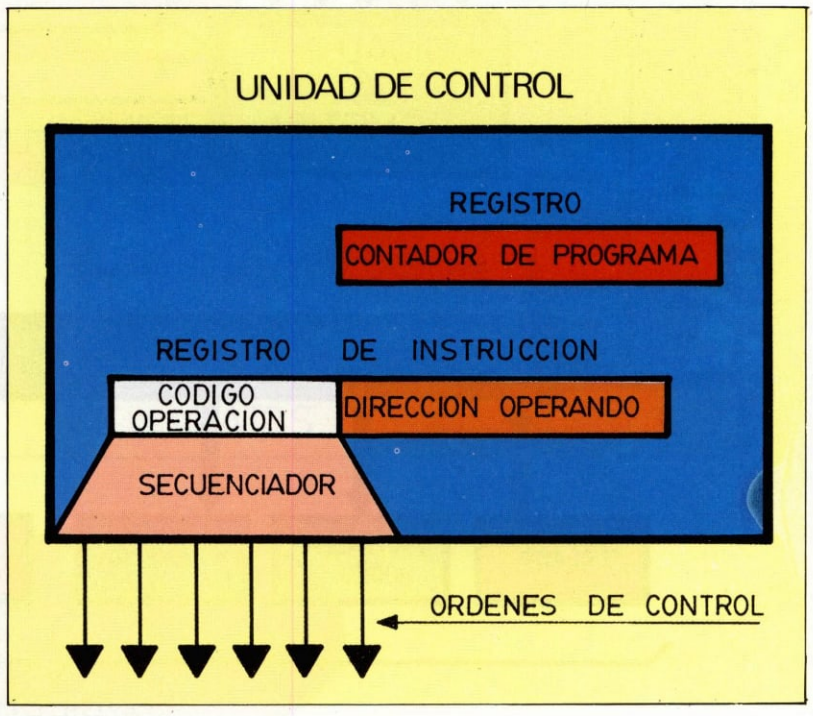
Los ordenadores se han desarrollado gracias al grado de miniaturización que ha conseguido la actual tecnología electrónica.

## Unidad central de proceso

El verdadero «corazón» del ordenador es la CPU (Unidad Central de Proceso), que podemos subdividir en tres partes:

### Memoria principal

El programa tiene que estar registrado en la memoria principal antes de comenzar su ejecución. En ella estarán también los datos a utilizar por el programa.




*Esta unidad controla el funcionamiento del ordenador por medio de señales eléctricas.*

### Unidad de control

Extrae una a una las instrucciones de la memoria principal y da las órdenes de «control» a los demás elementos de la máquina, en forma de señales eléctricas.

### Unidad aritmético-lógica

Recibe unos datos con los que efectuaremos la operación lógica o aritmética que le ordene en cada caso la unidad de control.

## Canales

Son unas unidades especializadas que gestionan la transferencia de información entre la unidad central de proceso o la memoria, y las unidades periféricas.

## Bit

El elemento de información es el *bit*, al que se asignan dos estados posibles, «1» ó «0», que electrónicamente se implementan mediante dos niveles de tensión diferentes. Al conjunto de 8 bits se le denomina *byte*.

El tamaño de los registros coincide normalmente con la longitud de palabra, que es de un número entero de bytes. Mediante la codificación se le asigna a cada «información» una palabra compuesta por un conjunto de «unos» y «ceros».

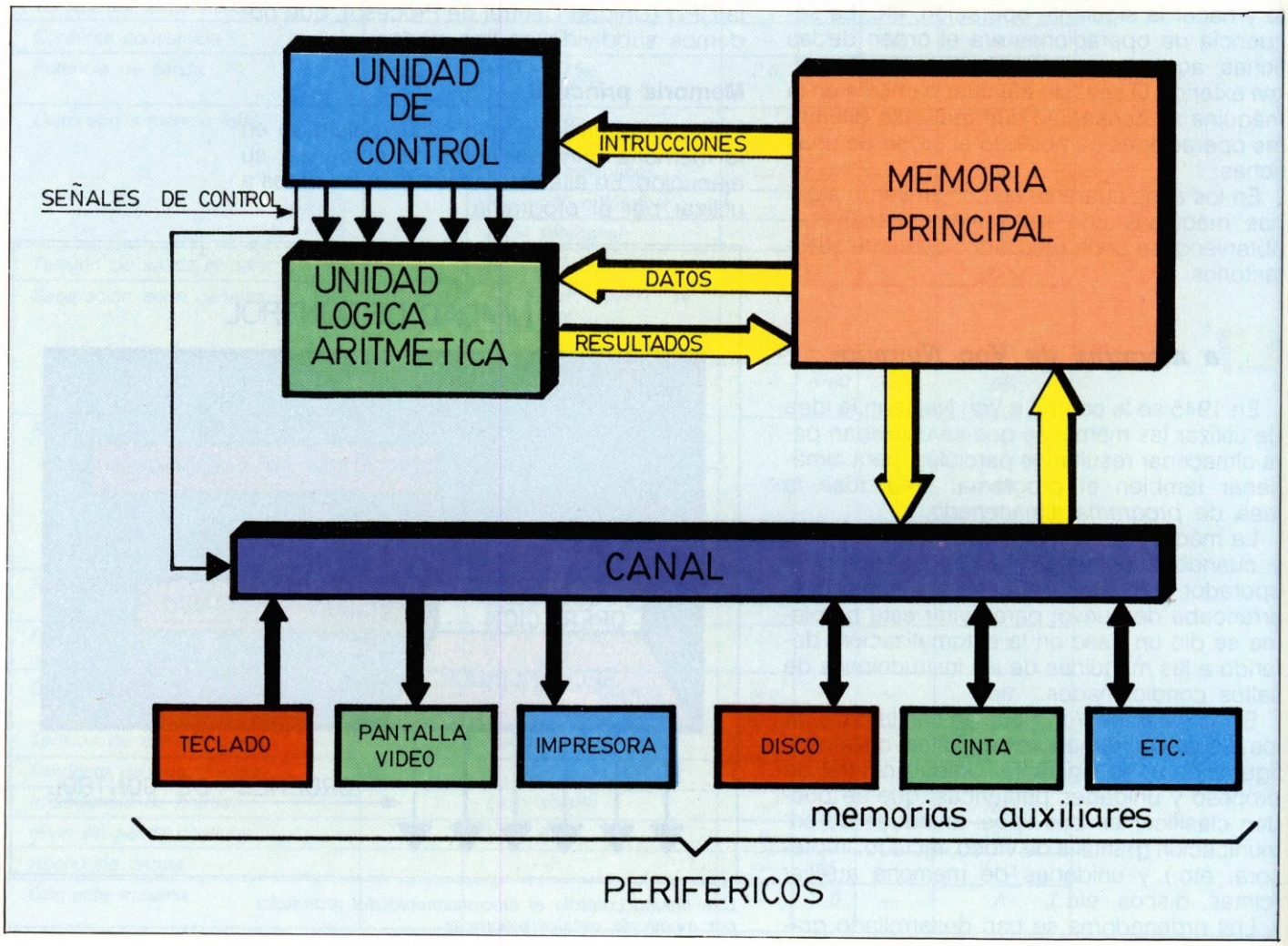
## Memoria principal

La memoria principal está constituida por un número determinado de células de memoria, cada una de las cuales almacena una palabra de información. Cada célula ocupa un lugar determinado en la memoria, que se identifica por una dirección.

Cuando la unidad de control hace pasar el contenido del registro contador de programa al registro de selección, este contenido será la dirección de una célula de memoria que el dispositivo de selección direccionará y dejará lista para poder trabajar con ella.

Una vez seleccionada la célula, la unidad de control puede dar orden de leer, con lo cual la palabra de la célula de memoria se copia en el registro de palabra, o bien, si la orden es de escritura, la palabra contenida

*Diagrama de bloques de un ordenador básico.*



en el registro de palabra pasaría a la célula de memoria eliminando la palabra que anteriormente estaba grabada.

## Unidad aritmético-lógica (ULA)

Como se deduce de su mismo nombre, realiza operaciones lógicas o aritméticas entre dos operandos, proporcionando un resultado, para lo cual necesita:

1. Recibir de la unidad de control las órdenes que indiquen la operación que se va a realizar.
2. Llevar los operandos desde las posiciones que ocupan en la memoria hasta los registros con que opera la unidad artimético-lógica.
3. Almacenar el resultado en la posición de memoria que seleccione la unidad de control.

## Unidad de control

Extrae una a una las instrucciones de la memoria central, las analiza, y según el resultado de este análisis, controla todas las operaciones que realiza el ordenador.

Contiene dos registros muy importantes:

*El registro de instrucciones,* que contiene la instrucción que se ha extraído de la memoria, que a su vez se subdivide en dos partes, una que corresponde al código de operaciones, y otra a los datos. El código de operación se aplica al secuenciador, el cual genera y distribuye las órdenes al resto de las unidades del ordenador.

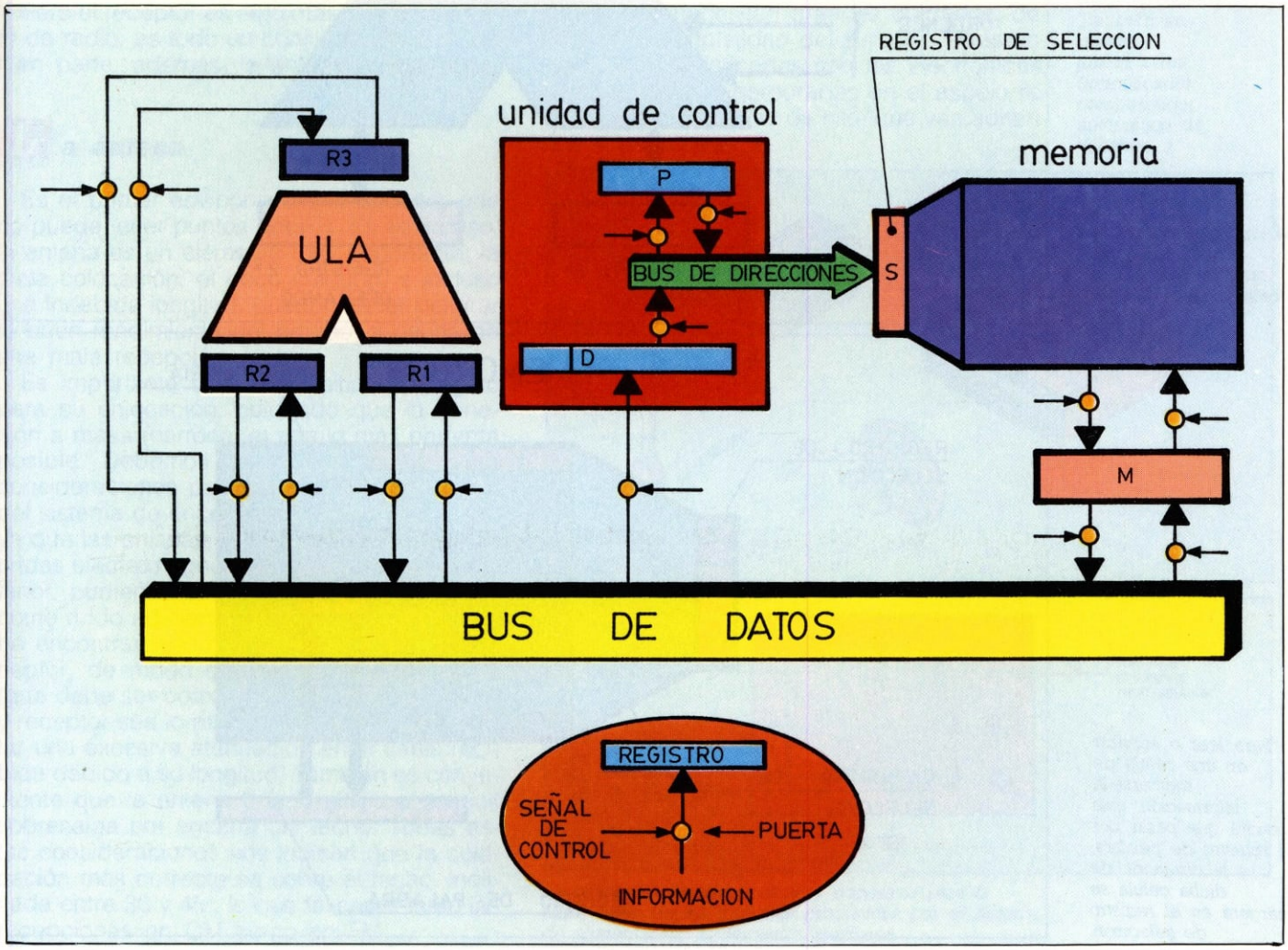
El otro registro es el *contador de programa,* que se va incrementando en una unidad cada vez que una instrucción llega al registro de instrucción, salvo en el caso de que la instrucción anterior implique un salto; entonces el incremento del contador de programa será diferente.

Dicho contador de programa contiene la dirección de memoria de la próxima instrucción a ejecutar.

## Bus

La mayoría de las comunicaciones internas del ordenador se realizan a través de los buses.

*La transferencia de información se realiza a través de los buses, y la apertura de las puertas la dirige la unidad de control.*



*Bus* es un conjunto de hilos a los que se conectan simultáneamente varias unidades del ordenador. Esta conexión no es directa, sino a través de unas puertas de entrada y salida. La unidad de control indica en primer lugar qué puerta se abre para que la información pase al bus, y posteriormente abre otra puerta para que la información pase al registro de destino.

Podría compararse con un pasillo de la anchura de una persona con puertas de acceso a varias habitaciones. Para que ésta pueda cambiar de habitación, es necesario que lo haga a través del pasillo, abriendo una puerta para acceder al mismo, y utilizando otra para entrar en la habitación de destino.

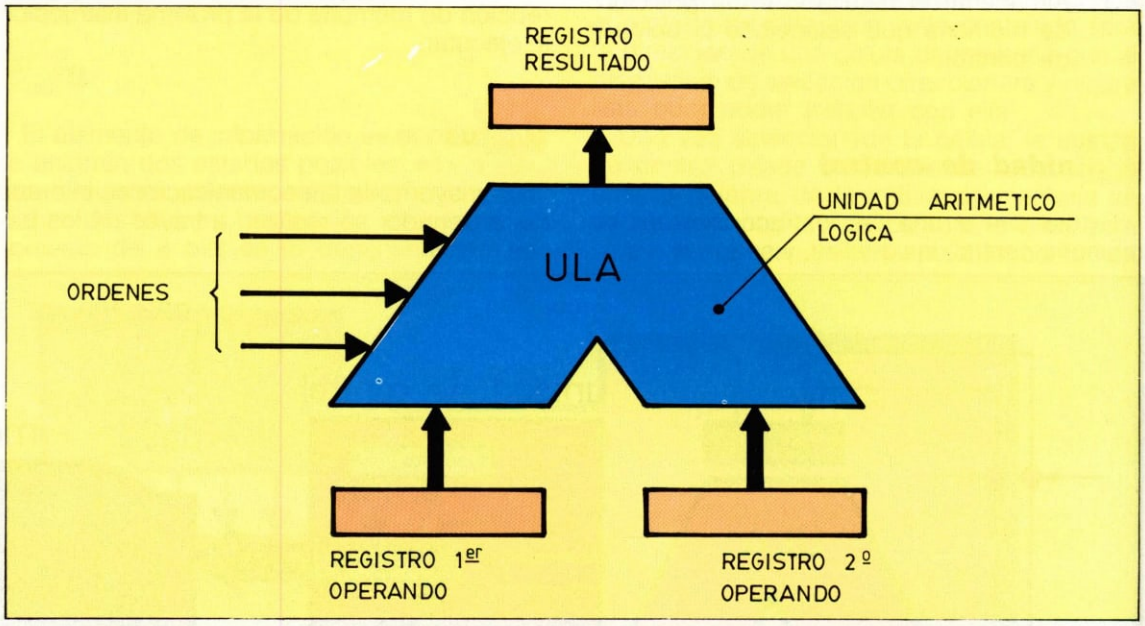
El empleo de buses simplifica enormemente el cableado del ordenador.

## Hardware, software y firmware

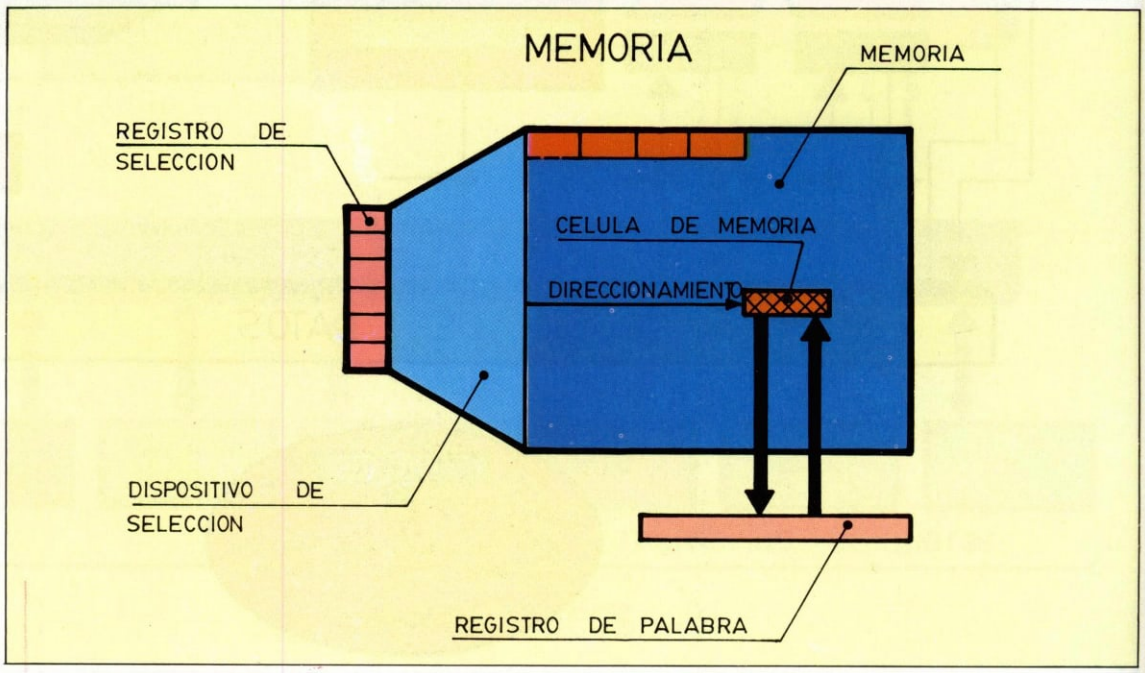
En el mundillo de los ordenadores se mencionan frecuentemente estos tres vocablos de origen anglosajón.

*Hardware* significa «quincallería», y con él se designa el soporte físico del ordenador, es decir, la circuitería electrónica. Los científicos de lengua inglesa sustituyen la primera parte de esta palabra, *hard* (duro), por la opuesta, *soft* (blando), que aplican a lo que podríamos llamar *programas (Software).*

Actualmente se utiliza otra palabra, *Firmware,* para denominar los programas grabados de forma permanente en memorias de sólo lectura (ROM) (Read Only Memory), o sea, que el ordenador no puede borrar en un funcionamiento normal.




*La unidad aritmética y lógica realiza las operaciones que le ordena la unidad de control.*




*Para leer o escribir en una célula de memoria la información, ésta tendrá que pasar por el registro de palabra, y la dirección de dicha célula se cargará en el registro de selección.*

# LA RADIO EN EL AUTOMOVIL

*El equipo de radio se ha convertido en un elemento inseparable para el conductor. A todos nos gusta disfrutar de la compañía de una buena emisora de radio, que difunda noticias o música, mientras nos encontramos al volante de nuestro automóvil.*

La evolución histórica del receptor de radio en el automóvil ha sido paralela a la de su homólogo doméstico. Desde los receptores de válvulas con OM y OC, a los actuales con FM estereofónica, y muchas sofisticaciones, los fabricantes se han volcado por ofrecer al usuario una amplia gama de acuerdo con las necesidades de cada persona y vehículo.

Pero el receptor es algo más que un aparato de radio; es todo un conjunto, del que forman parte, además, la antena y el altavoz.

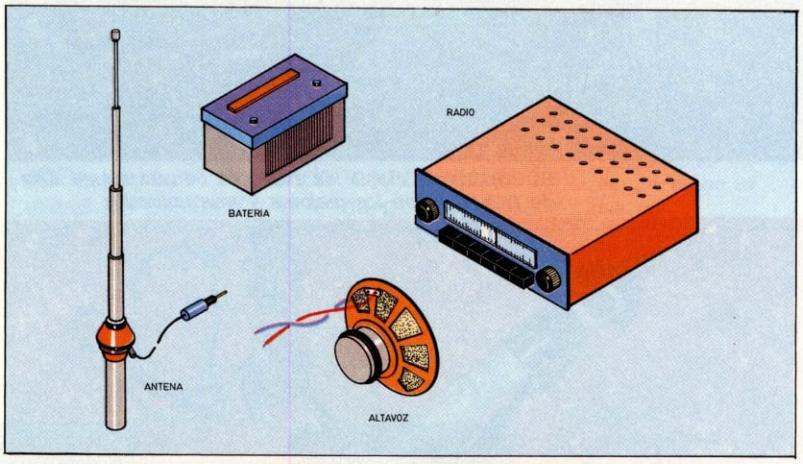
## La antena

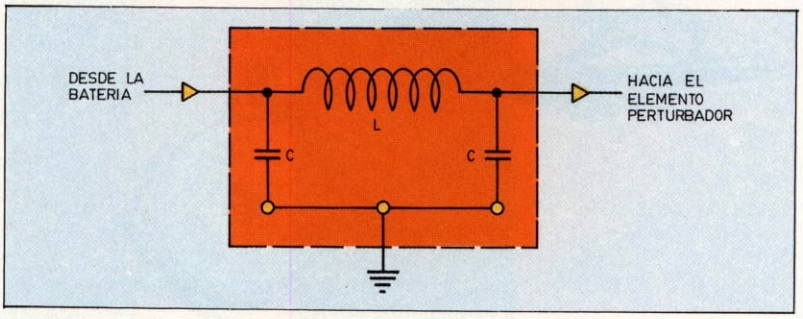
Es el primer eslabón de una cadena, que no puede tener puntos débiles. En este caso, la antena es un elemento muy importante; la mala colocación, el poco cuidado, e incluso una indebida longitud, pueden hacer peligrar el buen rendimiento del equipo, a causa de una mala recepción.

Es importante buscar un sitio estratégico para su colocación, cuidando que la conexión a masa (carrocería) sea lo más perfecta posible. Debemos tener en cuenta varias consideraciones para su instalación. Alejarla del sistema de encendido lo máximo posible, ya que las chispas que se producen originan ondas electromagnéticas que se radian al exterior, pudiendo ser recogidas por la antena como ruido adicional. Además, la antena debe encontrarse lo más cerca posible del receptor, de modo que la longitud del cable (que debe ser coaxial) de unión entre antena y receptor sea lo más corta posible, para evitar una excesiva atenuación en la señal recibida debido a su longitud. También es conveniente que la antena quede alta o al menos sobresalga por encima del techo. Todas estas consideraciones nos indican que la colocación más correcta es sobre el techo, inclinada entre 30 y 45°, lo que favorece tanto las recepciones en OM como en FM.

Hay diversos tipos de antenas: Las telescópicas, cuyas versiones modernas pueden ser semiautomáticas, accionadas por el usuario, o automáticas, que se extienden al conectar la radio y se recogen al apagarla. Las de fibra de vidrio son las ideales para su colocación en el techo; son las más equilibradas y de mayor rendimiento, necesitando un mantenimiento mínimo, al contrario que las telescópicas, que necesitan grandes cuidados, debido a la complejidad del sistema. Otras antenas más sofisticadas son las electrónicas, que pueden ir incorporadas en el espejo retrovisor exterior, y las de hilo, que van adheridas al parabrisas.

*El equipo básico del receptor de radio está compuesto por estos elementos. También se pueden añadir otros (amplificador, compensador automático de volumen...).*




*La utilización de filtros es muy necesaria para la eliminación de los parásitos producidos por el sistema de alimentación y elementos auxiliares.*

## Los parásitos

A pesar de que cada vez son más los fabricantes que proporcionan sus vehículos con numerosos elementos antiparasitarios, la verdad es que un automóvil está lejos de dejar de ser una fuente perturbadora de primer orden. Las fuentes de parásitos son diversas:

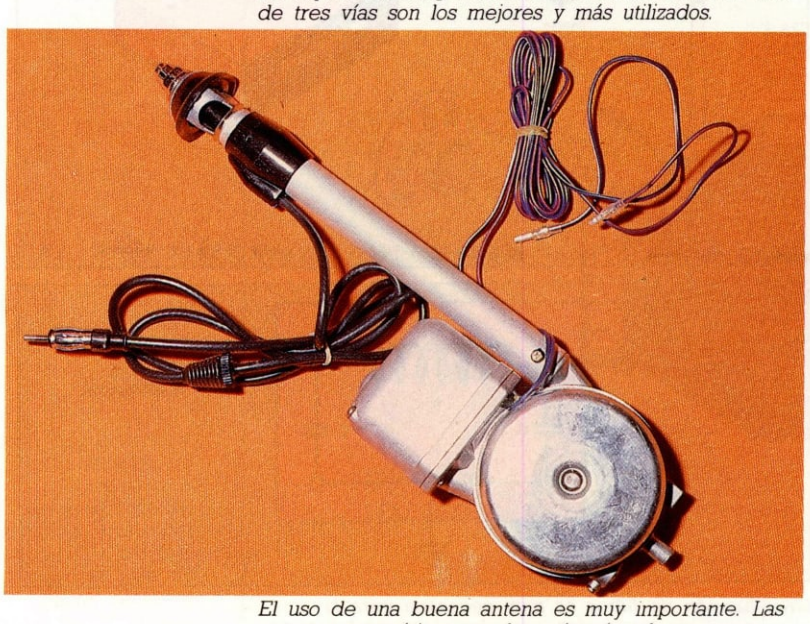
— Parásitos producidos en el sistema de encendido (distribuidor, bujías, bobina, cables de alta tensión). Provienen de la generación de las chispas y se eliminan con los llamados supresores, en bobina y bujías, y con la pipa antiparasitaria en el distribuidor.

— Parásitos producidos por el sistema de alimentación y elementos auxiliares. En el primer caso se generan principalmente por el alternador y se manifiestan como ruidos o zumbidos. También presentan problemas el motor del limpiaparabrisas, el cuentarrevoluciones electrónico, el bote de intermitentes, etc. La forma de eliminarlos es mediante un condensador entre alimentación y masa, aunque es más eficaz la colocación de un filtro adecuado.

— Parásitos producidos por cargas electrostáticas. Aparecen en elementos que se encuentran con grandes rozamientos, como es el caso de ruedas, transmisión y frenos. Su efecto es el de chasquidos molestos, la solución no se presenta fácil, y consiste en colocar contactos deslizantes o resortes en el buje de la rueda.

*Los actuales receptores de radio, solos o con reproductor de casetes, están alcanzando un alto grado de sofisticación.*

*Es importante elegir los altavoces correctamente. Los de tres vías son los mejores y más utilizados.*



*El uso de una buena antena es muy importante. Las antenas automáticas son las más cómodas, aunque necesitan un especial cuidado para su funcionamiento.*

## La radio

La veremos como un ente propio, independiente del reproductor de casetes, que será objeto de análisis más adelante. Su diseño viene marcado por las especiales características de movilidad del coche. Por ello están dotados de diversos sistemas específicos que no se encuentran en receptores domésticos. Disponen de dispositivos antidesvanecimientos, que compensan de manera inmediata la variación de potencia de señal recibida en la antena. Poseen sistemas de reducción de parásitos que se eliminan en la etapa de entrada del receptor. Otros sistemas más sofisticados disponen de seguidor de emisora; dicho seguidor va variando la frecuencia de recepción en aras de perseguir una emisión determinada, que emite a diversas frecuencias según el lugar donde nos encontremos.

En la actualidad, por desgracia, los fabricantes se han visto obligados a proporcionar receptores de «quita y pon», para permitir al propietario sacar la radio, con el fin de evitar los frecuentes robos.

## Altavoz

Su importancia no es menor que la de la antena o el receptor. Debemos tener presente que el mejor altavoz no puede mejorar la calidad de un mal equipo, pero un mal altavoz puede hacer superflua la buena calidad del resto del equipo; de ahí la importancia de elegir correctamente los altavoces.

# GENERADOR DE FUNCIONES

*Dentro del apartado destinado a la instrumentación necesaria en todo taller de electrónica, ya sea destinado a reparacione, ensayos o montajes, el generador de funciones es un aparato que no debe faltar. El que nosotros presentamos aquí posee unas características muy apreciables con un costo reducido, y todo ello con una calidad inmejorable.*

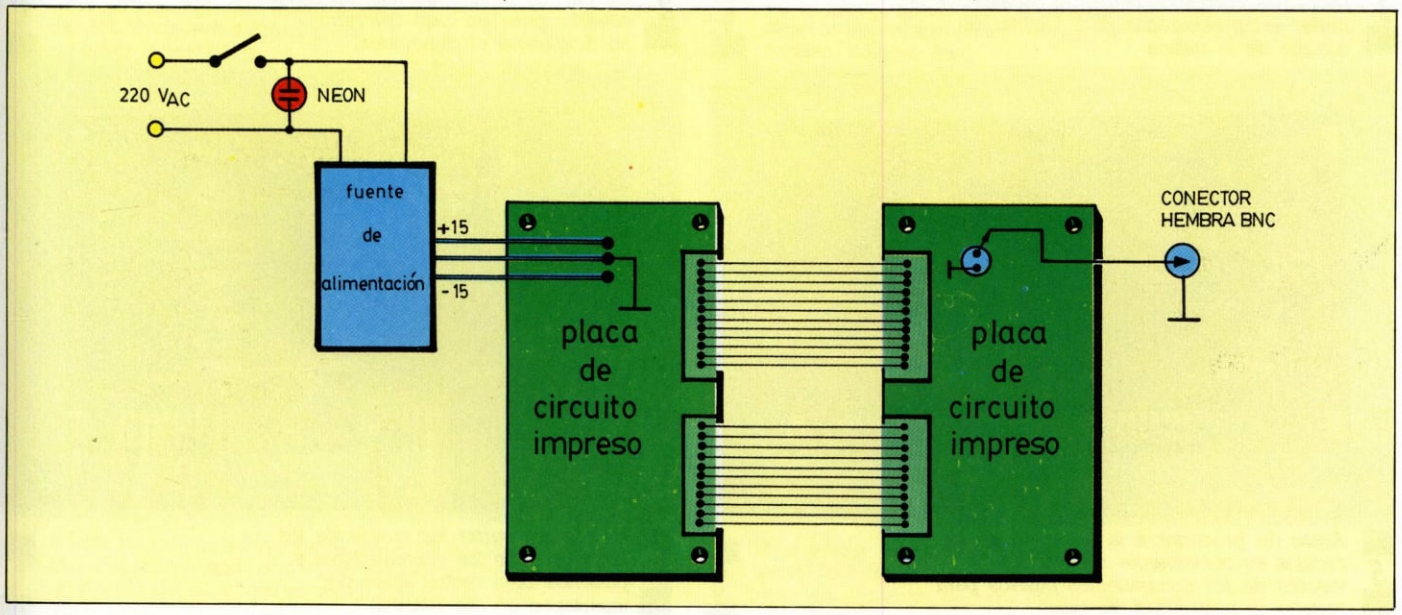
Hace no mucho tiempo, construir un generador de funciones, de calidad suficiente, era difícil y costoso; la microelectrónica vino a solucionar el problema de los costos, con la ventaja de que también la calidad de los circuitos obtenidos era considerablemente mayor, así como también la vida útil.

En la actualidad todavía es necesario recurrir a los componentes discretos si se necesita un generador de funciones de alta precisión, ya que los generadores integrados presentan una distorsión que puede llegar al 1 %, según las condiciones, si bien en baja frecuencia son mucho más precisos. Puede suceder además que a la hora de montar el generador no encontremos en el comercio el circuito integrado elegido.

Por estos motivos, el núcleo alrededor del cual se efectúa el diseño del instrumento debe cumplir la condición necesaria de ser accesible, y las complementarias de estar probado y ser moderno y económico. Estas condiciones las cumple a la perfección el diseño de Intersil, ICL8038. Este integrado proporciona las tres formas de onda básicas de un generador de funciones típico: cuadrada, triangular y senoidal, y todas las variantes de las mismas que se pueden obtener controlando la simetría de la onda básica, como por ejemplo, dientes de sierra y pulsos; todo ello al mismo tiempo, puesto que dispone de tres salidas distintas, una para cada forma de onda.

El control de la frecuencia es común para todas ellas, y se efectúa por medio de un condensador conectado a la patilla número 10, puesto que la mayor parte de la red osciladora está integrada.

Internamente, este circuito integrado incorpora un oscilador controlado en voltaje (VCO), el cual, tomando como frecuencia central de oscilación la fijada por el conden-



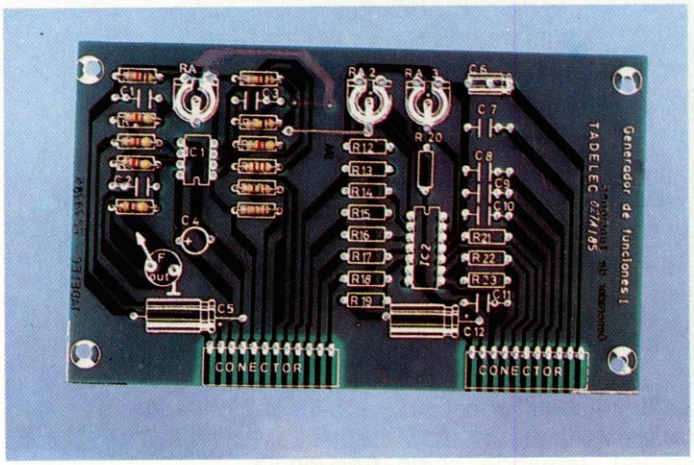

*Cableado de la alimentación y otros componentes no integrados en el montaje.*

sador mencionado, nos permite variar la frecuencia de salida en una relación de 1/10 con una variación de la tensión aplicada, comprendida en nuestro caso entre + 7,5 y + 15 V. Segón el mismo manual, la frecuencia de oscilación máxima que podemos obtener del circuito es de 300 kHz, lo que le hace apropiado para usos en baja frecuencia (BF), por ejemplo en audio. Para conseguir un margen operativo comprendido entre 1 Hz y 100 kHz, son necesarios cinco condensadores de valores distintos, con una relación de 1/10, puesto que es la relación de salida del VCO

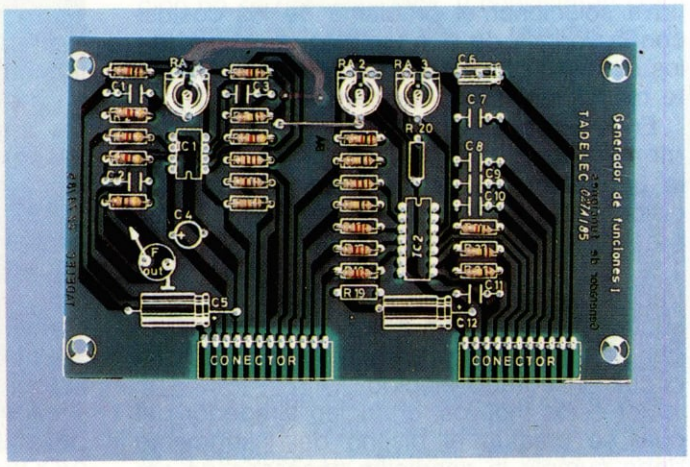
## Descripción

Como anteriormente hemos mencionado, el corazón de este generador de funciones es el veterano ICL8038. La linealidad conseguida por este sistema es del 0,1 % medida en la salida de la onda triangular; a continuación, un convertidor de onda triangular a senoidal, compuesto por 16 transistores y 24 resistencias, transforma la señal con una distorsión menor del 1 %, siendo también altamente estable con la temperatura, ya que la deriva en frecuencia es de 50 ppm/°C.

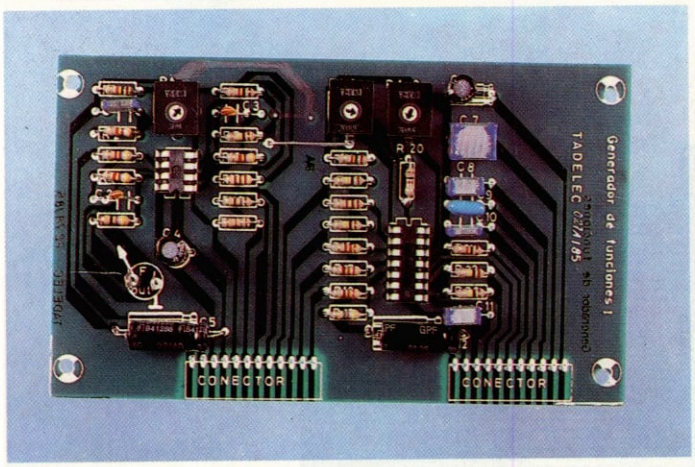
El ajuste de la distorsión se realiza por medio de los potenciómetros de circuito impreso RA2 y RA3, y el control de la simetría a través de P2, potenciómetro de panel situado en el centro, parte inferior del mismo. Los valores del esquema para R17, R18 y P2 son los indicados por el fabricante para una onda de salida simétrica, de forma que P2 está destinado realmente a corregir los posibles errores de simetría debidos a la toleracia de los componentes externos; si es necesario, pueden modificarse los valores para conseguir formas de onda muy asimétricas, como dientes de sierra por ejemplo, o pulsos muy estrechos. En caso de que sea así, las resistencias R17 y R18 deberán ser de 470 Ω y P2 de 6k8, aunque en este caso también habrá que modificar ligeramente el dial de la frecuencia, ya que los valores de salida indicados están calculados en función de los correspondien-



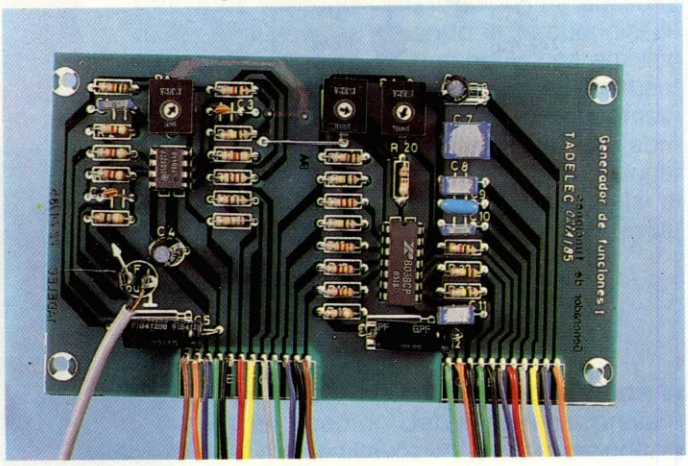

**1** *En la placa de circuito impreso las secciones correspondientes al oscilador y al buffer están separadas para facilitar el estudio de la misma.*




**2** *Entre la línea positiva de alimentación y C3 hay un puente de hilo; no olvide soltarlo, pues en caso contrario no funcionará el generador.*




**5** *Antes de proceder a la inserción de los zócalos es conveniente repasar los valores de los componentes pasivos para reducir la posibilidad de fallo.*




**6** *Es preciso cortar las puntas de los terminales de los conmutadores y ponerlos bien rectos antes de insertarlos en sus taladros.*

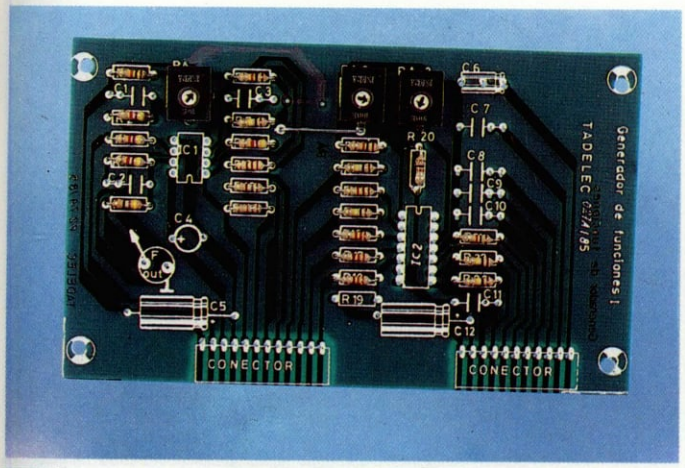
tes a las resistencias con los valores actuales, si bien la variación es pequeña.

El control de la frecuencia de salida se consigue mediante el conmutador IR1; este conmutador rotativo de 5 posiciones selecciona una de las cinco opciones implementadas, las cuales nos permiten obtener un margen de salida comprendido entre 1 Hz y 10 kHz en múltiplos de 10. El potenciómetro P1 es el destinado a efectuar el ajuste fino de frecuencial, y lo podemos fijar en cualquier posición intermedia entre el mínimo y el máximo, siendo el control lineal en todo el rango. La modificación de las frecuencias base puede realizarse cambiando el valor de los condensadores indicados como C6 a C10 inclusive. Aunque no es recomendable aumentarlos, no hay ningún inconveniente en obtener menores frecuencias, pudiendo llegar hasta 0,01 Hz con un condensador de 1.000 µF y aun frecuencias menores.

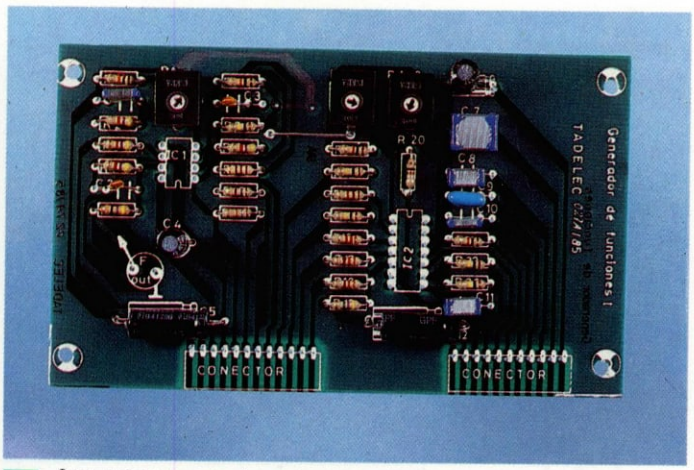
Puesto que el nivel de salida del 8038 es fijo para cada forma de onda, al circuito básico se le ha añadido otro circuito integrado, el TL082, que está formado por dos amplificadores operacionales de buena calidad; el primero de los cuales fija la señal de salida a 5 Vrms para la onda senoidal, o lo que es igual, 14 Vpp, valor que se aplica para las restantes salidas; a continuación, una red atenuadora, conformada por las resistencias R9, R10 y R11, nos proporciona las salidas de 5 V, 500 mV y 50 mV (si no se indica otra cosa, los valores son siempre eficaces). El control continuo del nivel de tensión se consigue a través del potenciómetro P3, el cual forma parte, junto con RA1, del amplificador de salida, conformado como un sumador de ganancia unidad. La misión de RA1 es el ajuste del nivel de continua, pudiendo variarla desde 0 a 5 V, mientras que la resistencia R5, de 47 Ω, tiene como función proteger la salida del operacional ante eventuales cortocircuitos.

## Construcción

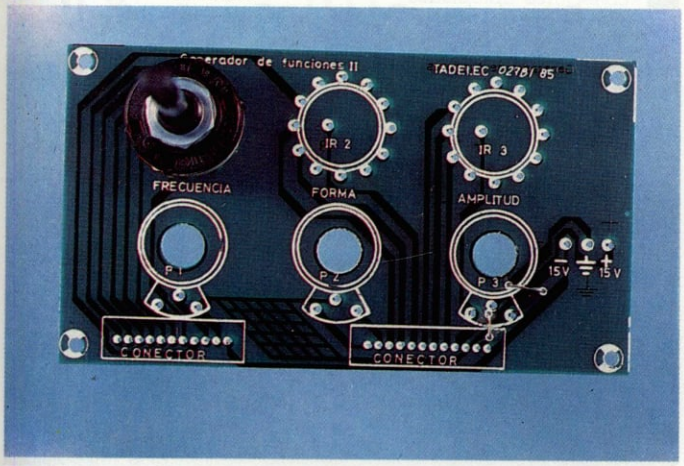
El presente montaje consta de dos tarjetas



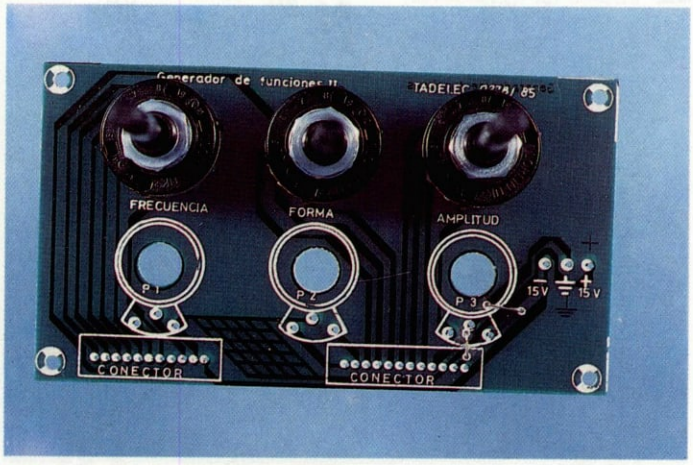

**3** *Las resistencias ajustables son solamente tres; la posición más cómoda para su ajuste es la horizontal, pero pueden ir verticales.*




**4** *Los primeros condensadores a soldar en la placa deben ser los de poliéster, dejando los electrolíticos, de mayor tamaño, para el final.*




**7** *Todos los conmutadores están en la misma posición y son del mismo tipo, el número de posiciones que gira el mando de cada uno se programa en su base, desmontando la tuerca.*



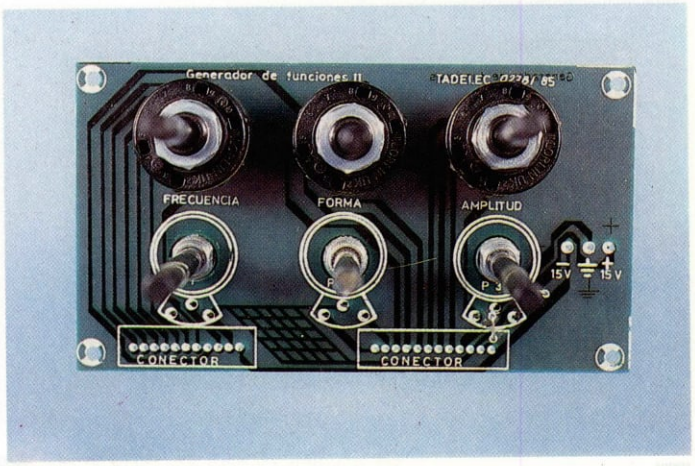

**8** *Para soldar los potenciómetros se procederá de la misma forma que con los conmutadores, salvo que éstos van fijados en la misma tarjeta.*

de circuito impreso. En la primera de ellas (027 A) van instalados todos los componentes que no tienen acceso normal de ajuste, es decir, los componentes activos y todos los componentes pasivos de valor fijo, además de las resistencias ajustables destinadas a la calibración original del generador de funcione. En otra placa separada de circuito impreso se sueldan directamente los componentes restantes, que son los potenciómetros de control de este instrumento y los conmutadores rotativos destinados a los controles gruesos de tensión y de frecuencia y el correspondiente a la forma de onda.

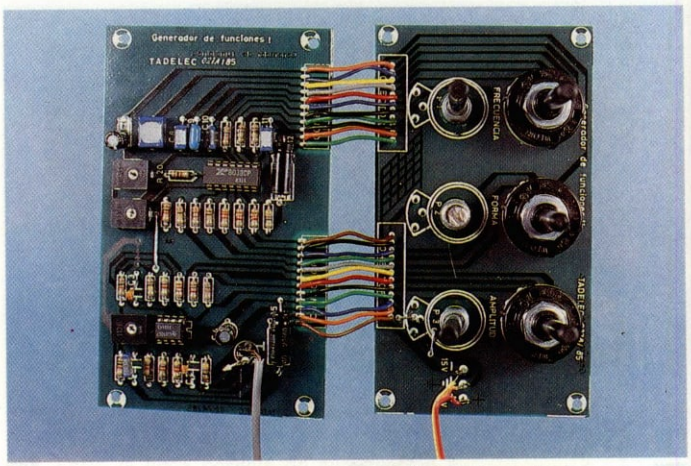
La segunda tarjeta de circuito impreso (027 B) se puede suprimir cableando los potenciómetros y conmutadores a partir de las salidas disponibles para el conector de enlace entre ambas placas; sin embargo, no se lo aconsejamos, puesto que ello se traduciría en un incremento del error en la salida.

El método más aconsejable para reducir el costo es unir ambas tarjetas, bien con hilo o bien con los trozos sueltos de los terminales de las resistencias y condensadores empleados. La respuesta del aparato no cambiará, cualquiera que sea la opción empleada de estas tres, aunque la mejor es la primera aun siendo algo más costosa que las restantes. A fin de poder ilustrar el método de montaje, nosotros efectuamos el enlace de las dos placas con hilos de distintos colores; ello no significa que usted tenga que realizarlo de idéntica manera, como ya hemos mencionado.

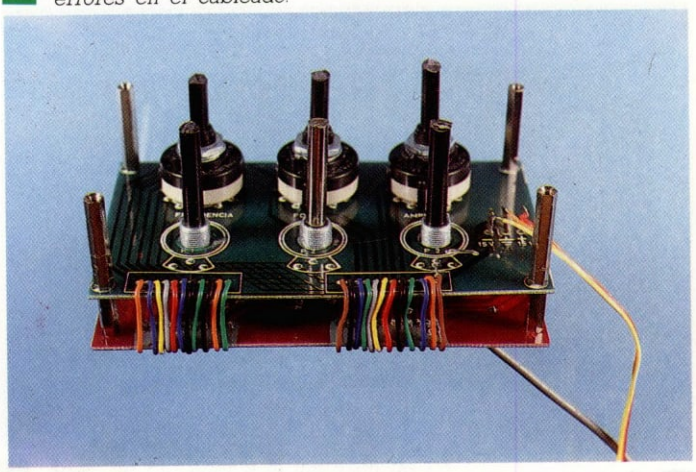
Se observará que la tarjeta 027 A es algo mayor que la 027 B, y que las vías de salida de la primera no se han instalado en la segunda placa. Esta sección del circuito impreso se ha diseñado pensando en la posible conexión de la tarjeta a un conector de circuito impreso, que se instalaría en la tarjeta 027 B, posibilitando así una funcionalidad mayor y su adaptación a otro tipo de caja distinta de la empleada por nosotros. Además, facilita el uso de otros sistemas de control distintos, como sería por ejemplo un microprocesador o un microordenador, para obtener un convertidor digital analógico de bajo costo y magnífi-



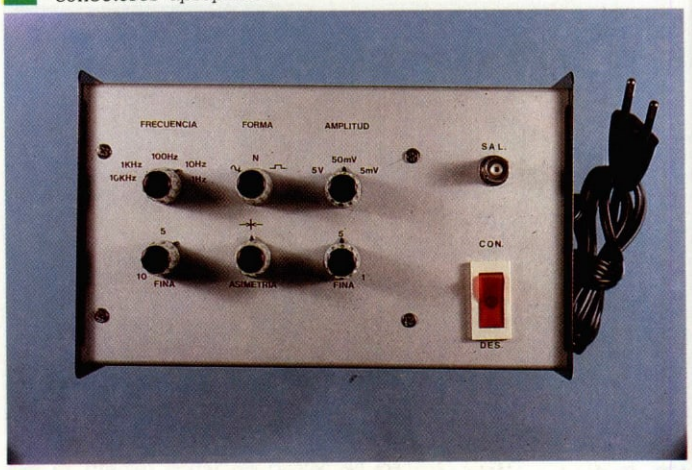

**9** *La fijación de los mandos externos al circuito impreso reduce notablemente los fallos debidos a errores en el cableado.*




**10** *Una de las posibilidades de conexión entre ambas placas es la indicada en la imagen. Opcionalmente puede realizarse dotando a ambas placas de los conectores apropiados.*



**11** *La disposición de ambas tarjetas en «sandwich» permite reducir el volumen del montaje notablemente, abaratando así el coste de instalación.*




**12** *Una vez acabado, el generador de funciones presenta un aspecto agradable; la accesibilidad de los mandos facilita el uso.*

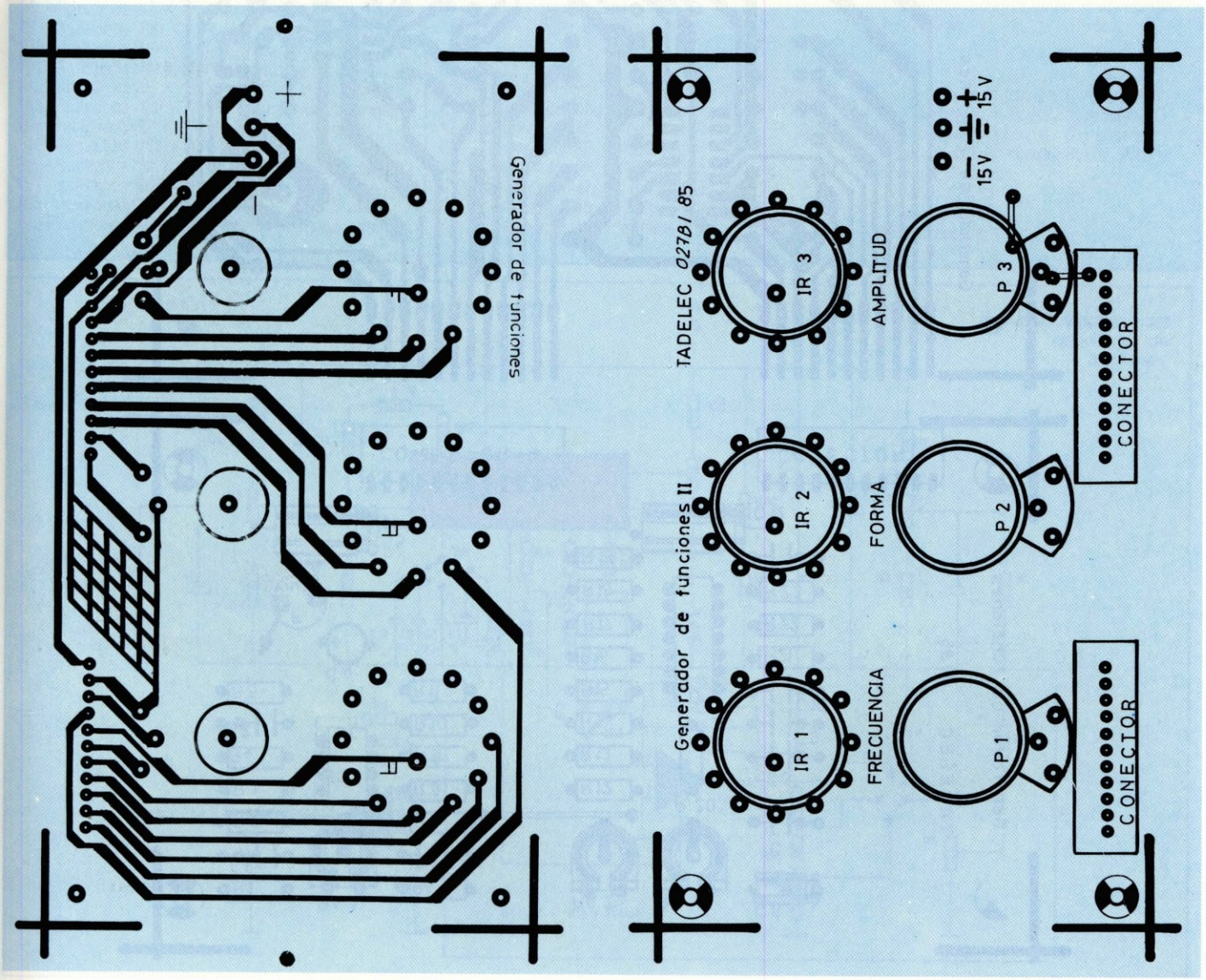
cas prestaciones en baja frecuencia.

La instalación y soldadura de los distintos componentes debe realizarse según las normas enumeradas en los anteriores capítulos. A fin de facilitar la instalación de todos los componentes, paso previo a la operación de soldar, es útil colocarlos en la placa por orden de alturas, por lo que primero se insertarán las resistencias, después los condensadores de poliéster, etc., tal y como puede apreciarse en las imágenes del montaje paso a paso. En este montaje no existen componentes especialmente delicados, que requerirían una atención especial, a excepción de los circuitos integrados, que deberán insertarse sobre zócalos apropiados, tal como viene a ser la norma en todos los casos.

Ls segunda tarjeta de circuito impreso es aparentemente más sencilla. No obstante, existe la posibilidad de que los conmutadores rotativos presenten problemas de inserción, puesto que normalmente tienen los terminales preparados para soldarles un cable, y son más gruesos en el extremo; por ello deben cortarse los terminales con cuidado, puesto que si los dejamos excesivamente cortos no podremos soldarlos después, ya que no pasarán a la otra cara del circuito impreso. También es necesario tener cuidado al introducir los terminales en el mismo, ya que podría suceder que se doblase el común (interior), con el problema consiguiente. Para evitar este fallo el conmutador debe introducirse verticalmente y efectuando poca presión; si no entra, examinar la posición de todos los terminales, ya que probablemente habrá alguna patilla doblada.

Los potenciómetros empleados deben ser adecuados para montar en circuito impreso; en caso contrario, se cortarán los terminales y se soldarán al circuito impreso, haciendo pasar por el taladro de 10 mm el eje, y fijando cada potenciómetro con su tuerca al circuito impreso.

Una vez ejecutadas las operaciones precedentes se procederá a colocar ambas tarjetas una frente a otra, atornilladas a sus separadores, que deberán ser de al menos




*Circuito impreso a escala natural de la placa 027B/85 vista por el lado del cobre y serigrafía con la distribución de los componentes de la tarjeta de circuito impreso 027B/85.*

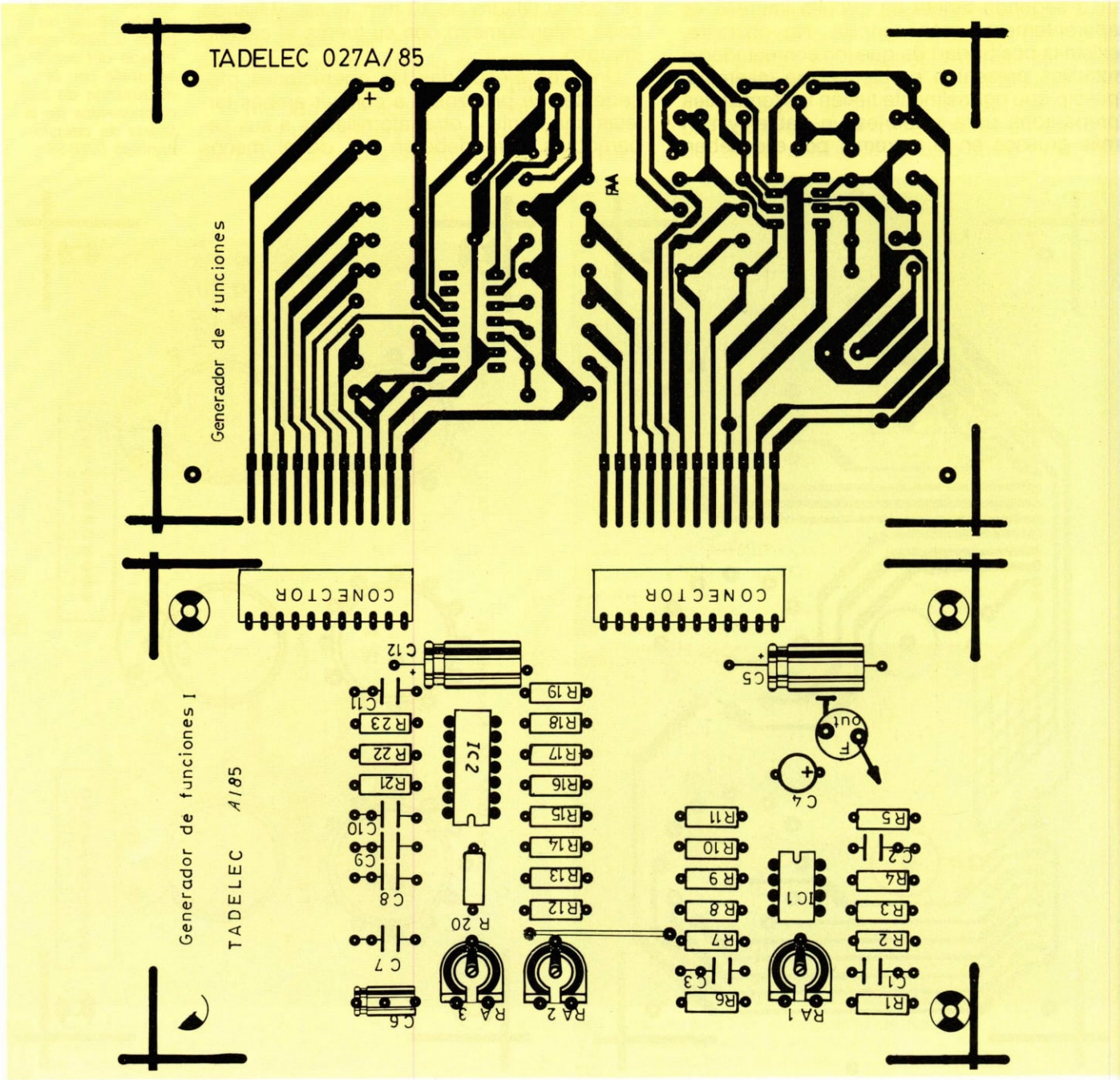
15 mm con la serigrafía de ambas mirando hacia el exterior, y entonces se procederá al cableado, uniendo ambas caras.

En caso de que haya tomado la decisión de instalar un conector, este último paso resultará muchísimo más sencillo. Según sea la posición relativa de las tarjetas, hay dos tipos de conectores apropiados; si van a ir en ángulo recto deberá instalar un conector para circuito impreso de 23 terminales, y separarlo en dos partes, una de 12 contactos y otra de 11. Si el montaje es de tipo sandwich, el conector será doble, macho y hembra, del tipo que prefiera, con los mismos contactos que en el caso anterior.

La alimentación debe conectarse en la tarjeta 027 B, en el caso de que usted haya decidido prescindir de ella puede soldar los contactos de alimentación directamente a las pistas de los terminales de salida de la placa 027 A.

## Ajuste

El ajuste de este generador de funciones es considerablemente sencillo, y para ello puede prescindir del osciloscopio, aunque si posee uno, puede usarlo para realizar el ajuste; los resultados serán notablemente mejores. Una vez conectada la alimentación debe comprobarse que en la entrada del circuito




*Circuito impreso a escala natural de la placa 027A/85 vista por el lado del cobre y serigrafía con la distribución de los componentes de la tarjeta de circuito impreso 027A/85.*

hay una tensión simétrica de 15 V. A continuación daremos el primer paso, que consiste en ajustar la simetría de la onda. Si tiene un osciloscopio ponga la punta de prueba a la salida del circuito; una vez que la onda triangular o senoidal sea visible, del tamaño suficiente para poder medirla, gire P2 suavemente hacia derecha e izquierda, hasta que la onda visualizada sea simétrica; en caso de carecer de osciloscopio deje todas las resistencias ajustables en el punto central.

El ajuste de la distorsión se realiza mediante las resistencias ajustables o potenciómetros miniatura para circuito impreso RA2 y RA3; la distorsión se mide sobre la onda senoidal, por lo tanto gire el conmutador IR2 para tener en la pantalla del osciloscopio una onda senoidal. La obtención de la senoide se realiza por aproximación lineal por tramos, así que podría ocurrir que se apreciaran las líneas rectas; si RA2 y RA3 están próximos al punto central es probable que no se aprecie, pero si la desviación es suficiente se verá claramente. Para realizar una mejor aproxima-

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R2 - Resistencia 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R3 - Resistencia 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R4 - Resistencia 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R5 - Resistencia 47 Ω 1/4 W (amarillo, violeta, negro).
R6 - Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R7 - Resistencia 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R8 - Resistencia 47 K 1/4 W (amarillo, violeta, naranja).
R9 - Resistencia 200 Ω 1/4 W (rojo, marrón, marrón).
R10 - Resistencia 1K8 1/4 W (marrón, gris, rojo).
R11 - Resistencia 18 K 1/4 W (marrón, gris, naranja).
R12 - Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R13 - Resistencia 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R14 - Resistencia 22 K 1/4 W (rojo, rojo, naranja).
R15 - Resistencia 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R16 - Resistencia 33 K 1/4 W (naranja, naranja, naranja).
R17 - Resistencia 3K3 1/4 W (naranja, naranja, rojo).
R18 - Resistencia 3K3 1/4 W (naranja, naranja, rojo).
R19 - Resistencia 4M7 1/4 W (amarillo, violeta, verde).
R20 - Resistencia 10 K 1/4 W (marrón, negro, naranja).
R21 - Resistencia 27 K 1/4 W (rojo, violeta, naranja).
R22 - Resistencia 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
R23 - Resistencia 100 K 1/4 W (marrón, negro, amarillo).
P1 - Potenciómetro 10 K lin. para panel.
P2 - Potenciómetro 500 K lin. para panel.
P3 - Potenciómetro 47 K lin. para panel.
RA1 - Potenciómetro ajustable 10 K.
RA2 - Potenciómetro ajustable 100 K.
RA3 - Potenciómetro ajustable 100 K.

*CONDENSADORES*

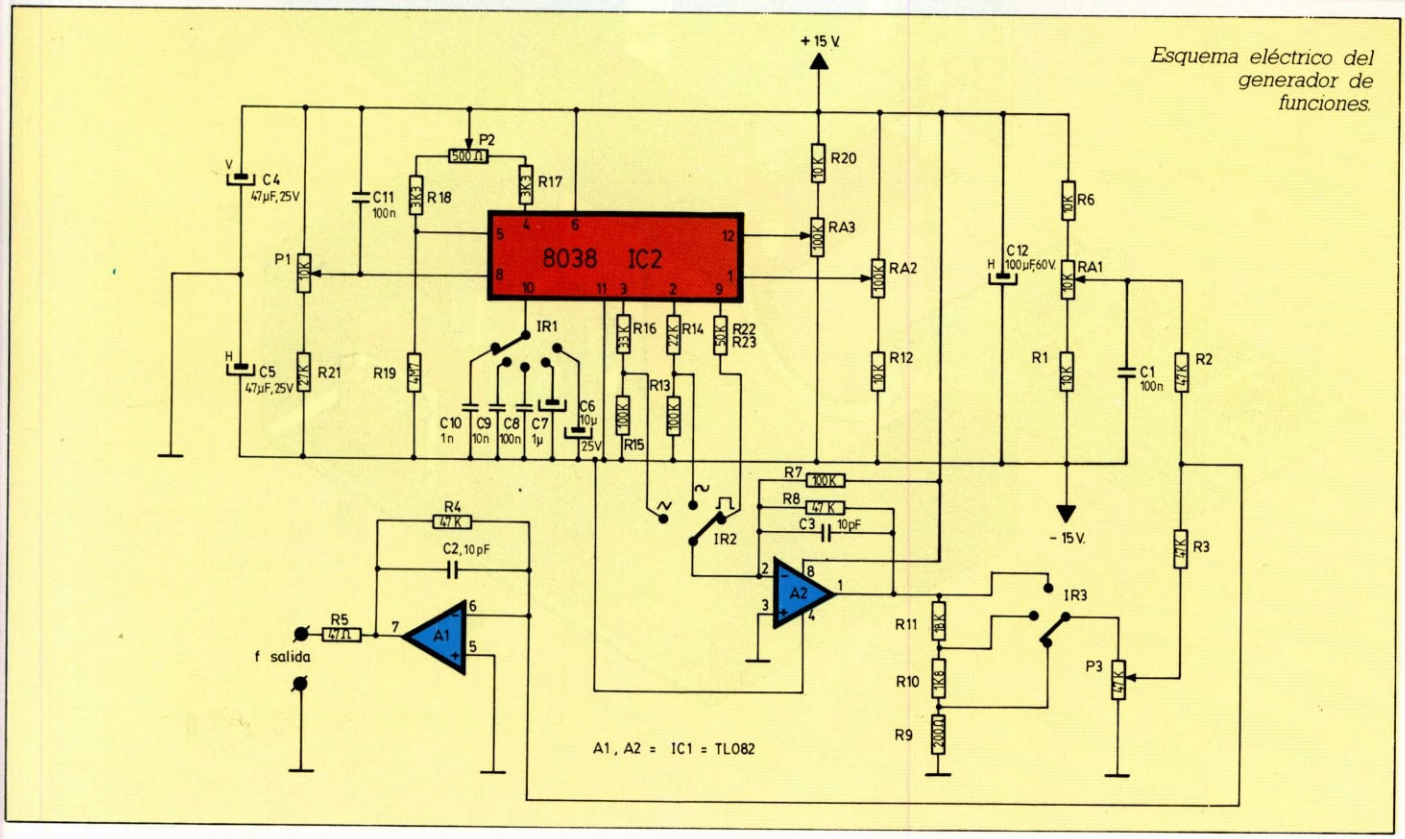
C1 - Condensador 100 nF poliéster.
A2 - Condensador 10 pF cerámico.
C3 - Condensador 10 pF cerámico.
C4 - Condensador 47 µF electrolítico, 25 V.
C5 - Condensador 47 µF electrolítico, 25 V.
C6 - Condensador 10 µF electrolítico, 25 V.
C7 - Condensador 1 µF poliéster.
C8 - Condensador 100 nF poliéster.
C9 - Condensador 10 nF poliéster.
C10 - Condensador 1 nF poliéster.
C11 - Condensador 100 nF poliéster.
C12 - Condensador 100 µF electrolítico, 60 V.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

IC1 - Circuito integrado TL082 o equivalente.
IC2 - ICL8038.

*VARIOS*

IR1 - Conmutador 1 circuito 6 posiciones.
IR2 - Conmutador 1 circuito 6 posiciones.
IR3 - Conmutador 1 circuito 6 posiciones.
— Caja visebox-2- modelo RV-16 (Retex).
— Circuito impreso.
— Tadelec 026/85.
— Tadelec 027/85.
— 6 botones de mando.



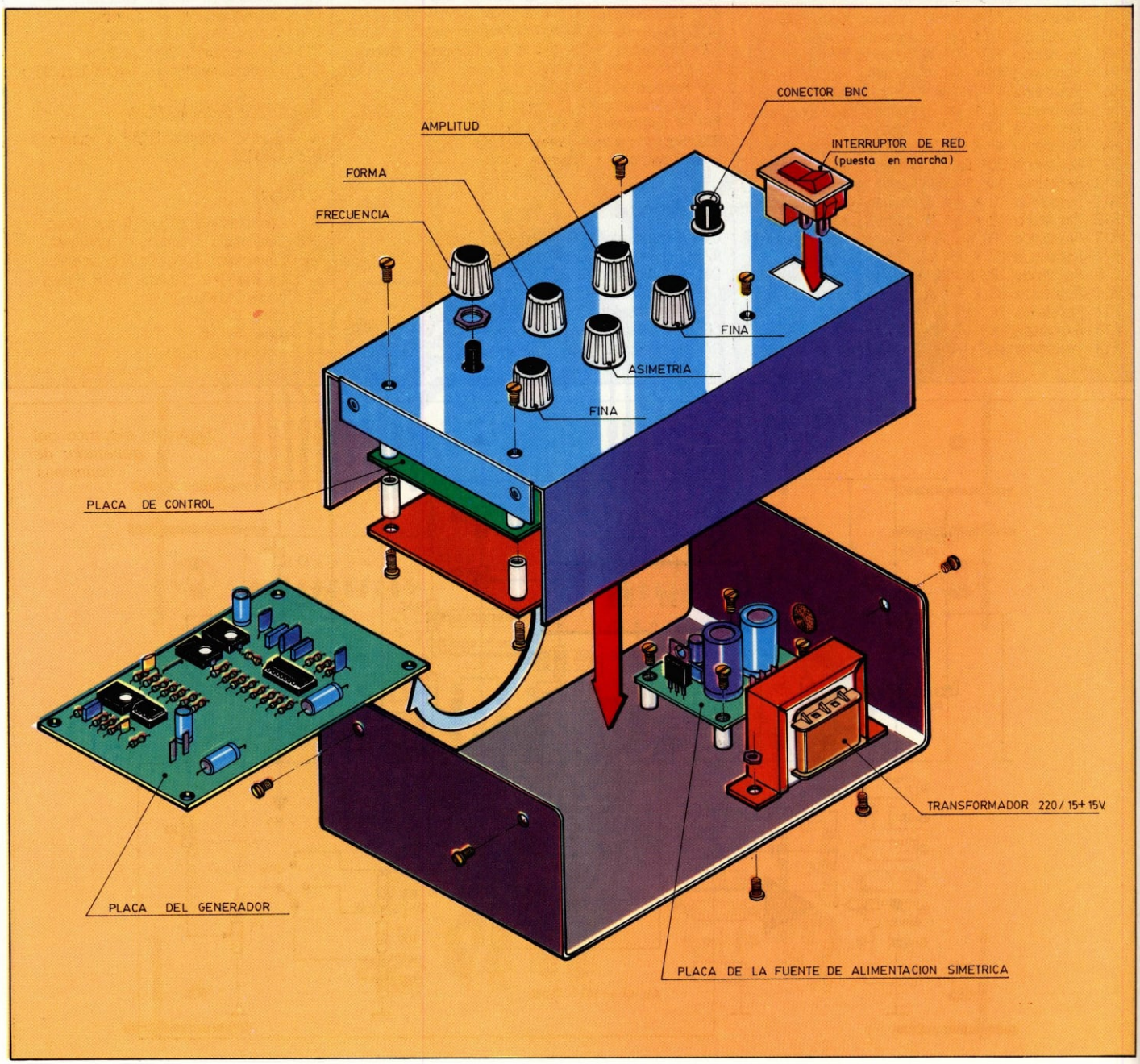

*Esquema eléctrico del generador de funciones.*

ción puede tomarse como modelo la tensión de la red eléctrica a 50 Hz, siempre y cuando su osciloscopio sea de doble trazo.

La tensión de offset se ajusta mediante el potenciómetro de circuito impreso RA1. Los demás conmutadores y potenciómetros tienen salida al exterior, incluido P2. Puede comprobarse la tensión eficaz de la onda senoidal con un voltímetro cualquiera. Coloque el conmutador IR3 en la posición 5 V (u otra si lo desea), el conmutador IR2 en la posición de senoide, y mida el voltaje de la señal de salida en una frecuencia no mayor que 10 kHz, si el voltímetro es digital, y a 100 Hz si es analógico (de aguja); si la medida realizada no es de 5 V (u otra que haya tomado), mueva el potenciómetro RA1 hasta conseguirlo.

## Características

| | |
|---|---|
| Alimentación | simétrica ± 15 V |
| Consumo | 30 mA |
| Voltaje de salida máximo | 14 Vp-p |
| Frecuencia máxima | 100 kHz |
| Frecuencia mínima | 1 Hz |
| Forma de onda | cuadrada<br>triangular<br>senoidal |
| Linealidad | 0,1 % |
| Estabilidad térmica | 50 ppm/°C |
| Distorsión | 1 % |
| Número de rangos | 5 |
| Margen de control (un rango) | 10 ÷ 1 |




*Disposición mecánica de los distintos elementos del generador de funciones, una vez que se ha acabado el montaje del mismo.*

# CONVERSION DC-AC

*Los profesionales y aficionados a la electrónica saben que el nivel de tensión de una señal se varía fácilmente utilizando un transformador. Pero éste no funciona como tal, o sea, no da señal a su salida, cuando la tensión de entrada al mismo es continua.*

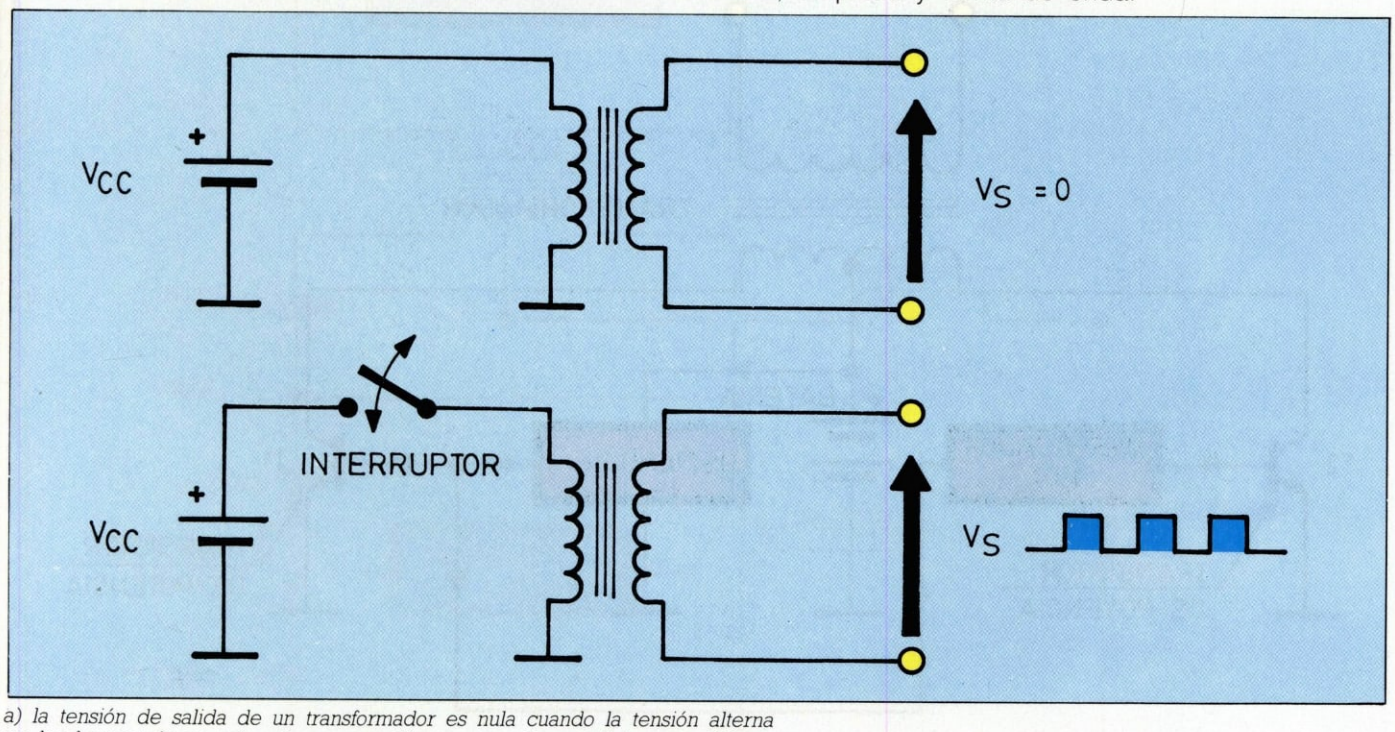
Cuando se necesita disponer de una tensión de 220 V y 50 Hz para hacer funcionar determinado aparato, y sólo disponemos de una batería de 12 V, hay que utilizar un convertidor, de forma que conectando a su entrada la batería entregue a su salida una señal alterna de suficiente potencia.

## Evolución histórica

Hace algunas décadas, para alimentar transmisores y receptores de campaña construidos con tubos de vacío, se utilizaba el rudimentario procedimiento de utilizar las baterías para mover un motor eléctrico de corriente continua, que a su vez hacía girar el eje de un alternador que suministraba la tensión alterna que se necesitaba.

Este modelo se perfeccionó, llegándose a construir una curiosa máquina, semejante en apariencia a un motor, cuyo rotor tenía por un lado un colector de delgas por donde se le suministraba la corriente continua y por el otro extremo unos anillos colectores por donde se extraía la corriente alterna. Hoy día son codiciadas piezas de museo.

El siguiente paso fue la aparición de vibradores electromecánicos, que luego se fueron sustituyendo por componentes electrónicos, hasta lograr sistemas muy precisos de control de frecuencia, amplitud y forma de onda.



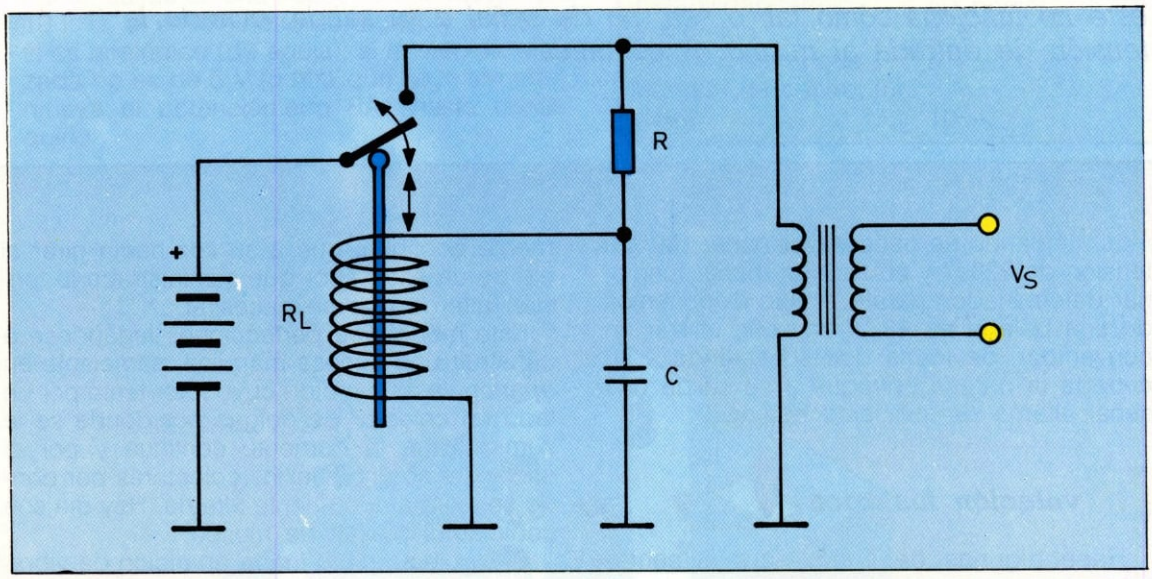

*a) la tensión de salida de un transformador es nula cuando la tensión alterna en los bornes de su primario es cero; b) para que haya señal a su salida, la tensión a su entrada debe conmutarse a una determinada frecuencia.*

Desde hace una década se ha comenzado a utilizar la energía solar, que por medio de paneles fotovoltaicos se convierte en energía eléctrica, en forma de tensión continua, que se puede acumular en baterías. Pero la red de suministro de energía eléctrica es de 220/380 V y 50 Hz en Europa (60 Hz en América) y hay que adaptar esta tensión continua para poder entregar energía eléctrica a la red de distribución, con el inconveniente añadido de ser de tres fases.

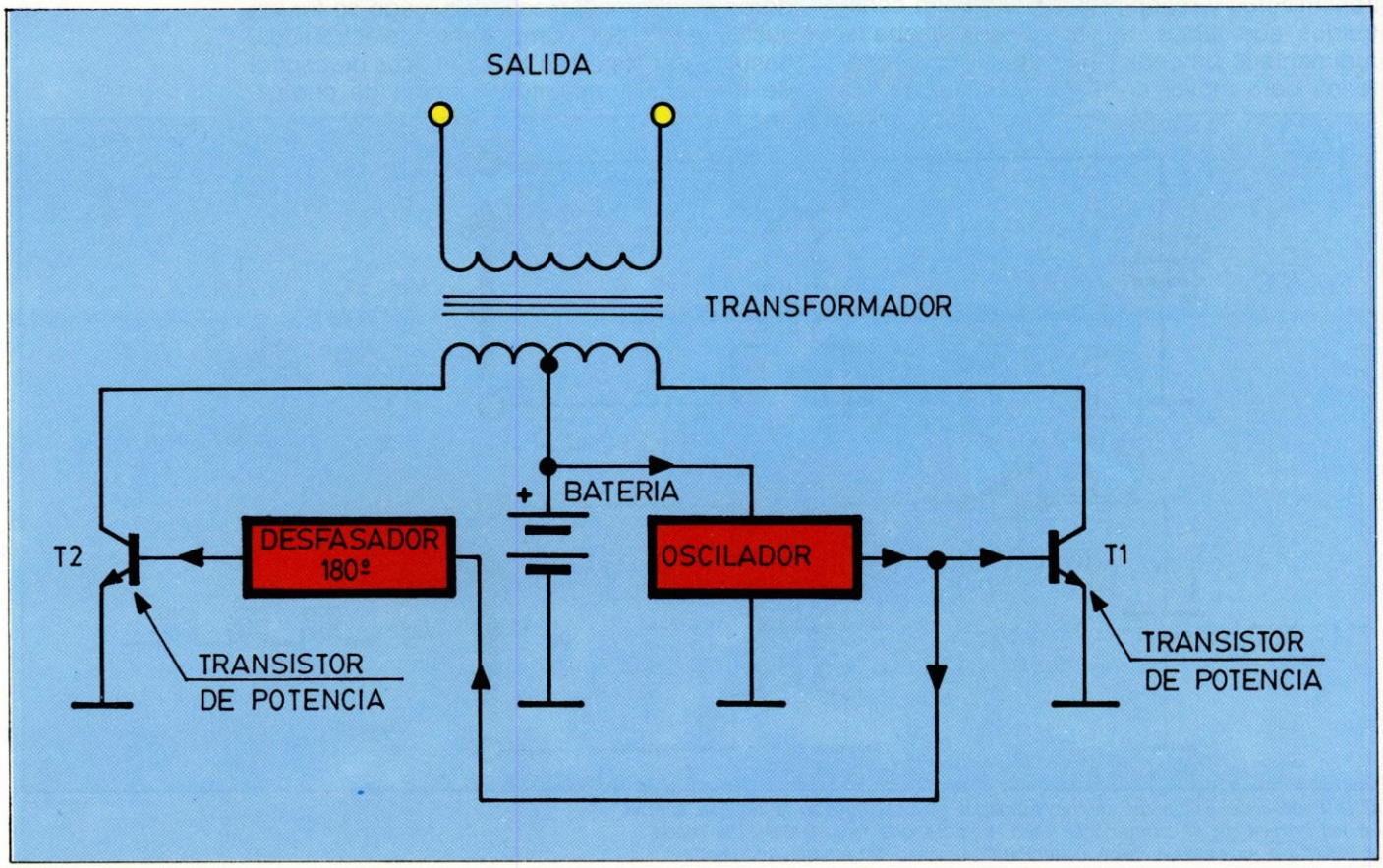
Esto originó un rápido desarrollo de los convertidores, construidos con dispositivos electrónicos de potencia, como el triac y el tiristor. Algunos de estos sistemas de conversión, también llamados *inversores,* se controlan por medio de microprocesadores que determinan la frecuencia, el desfase entre cada una de las fases, el nivel de tensión y calculan en qué instante se conecta o se desconecta la planta solar de la red de distribución de energía eléctrica.

Cuando el convertidor se diseña a base de transistores, triacs, tiristores y no incorpora motores ni generadores, recibe el nombre de *convertidor estático.*

*Principio de funcionamiento de un convertidor con vibrador electromecánico.*




*Esquema mejorado de un convertidor electrónico de mediana potencia.*



## Principio de funcionamiento

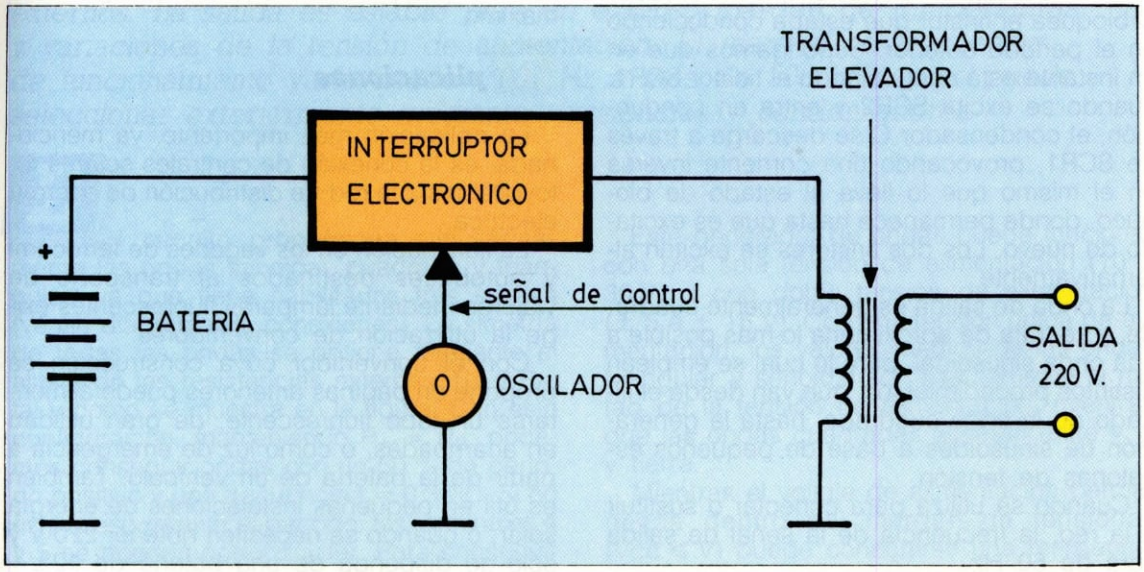
Se parte de la idea de utilizar un transformador como elevador de tensión, conectando el aparato a alimentar a su secundario.

El sistema más sencillo es conectar la batería al primario intercalando un interruptor que accionado por algún dispositivo mecánico se abra y cierre 50 veces por segundo.

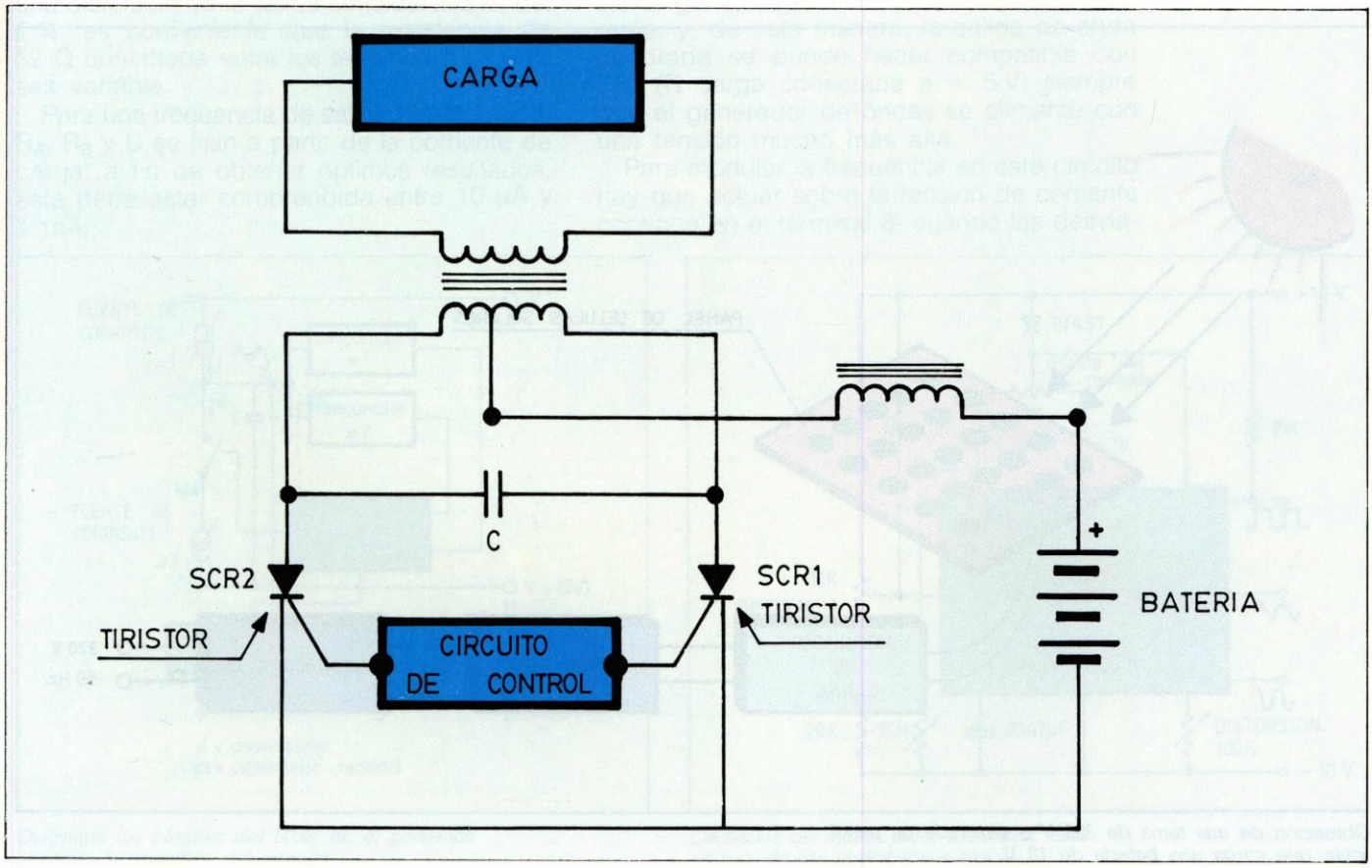
Este procedimiento funciona, pero los contactos del interruptor se destruyen fácilmente si la carga es elevada, los elementos mecánicos se desgastan y producen elevado ruido en radiofrecuencia por efecto de las chispas.

El siguiente paso consiste en sustituir el interruptor mecánico por un vibrador electromecánico, obteniendo parecidos resultados al caso anterior.

Posteriormente se pasó a utilizar interruptores electrónicos controlados por osciladores de frecuencia estable. Pensemos en un transistor funcionando alternativamente entre los estados de corte y saturación. Se adopta este sistema cuando la potencia extraída es muy pequeña.




*Esquema básico de un convertidor electrónico de muy baja potencia.*




*Esquema básico de un convertidor de gran potencia.*

Utilizando dos transistores en paralelo, excitando devanados del transformador en oposición, se alcanzan potencias algo mayores (unas decenas de vatios).

## Convertidores para potencias elevadas

Los grandes convertidores utilizan varios tiristores para efectuar la conmutación de la corriente en el primario del transformador.

En el montaje en paralelo, el condensador C bloquea el tiristor que estaba conduciendo en el período anterior. Supongamos que en un instante está conduciendo el tiristor SCR1; cuando se excita SCR2 y entra en conducción, el condensador C se descarga a través de SCR1, provocando una corriente inversa en el mismo que lo lleva al estado de bloqueo, donde permanece hasta que es excitado de nuevo. Los dos tiristores se excitan alternativamente.

La onda de salida es generalmente cuadrada, y se trata de aproximarla lo más posible a una onda sinusoidal, para lo cual se emplean distintos procedimientos, que van desde el filtrado de la onda cuadrada, hasta la generación de sinusoides a base de pequeños escalones de tensión.

Cuando se utiliza para conectar o sustituir a la red, la frecuencia de la señal de salida será de 50 Hz.

## Conversión CC-CC

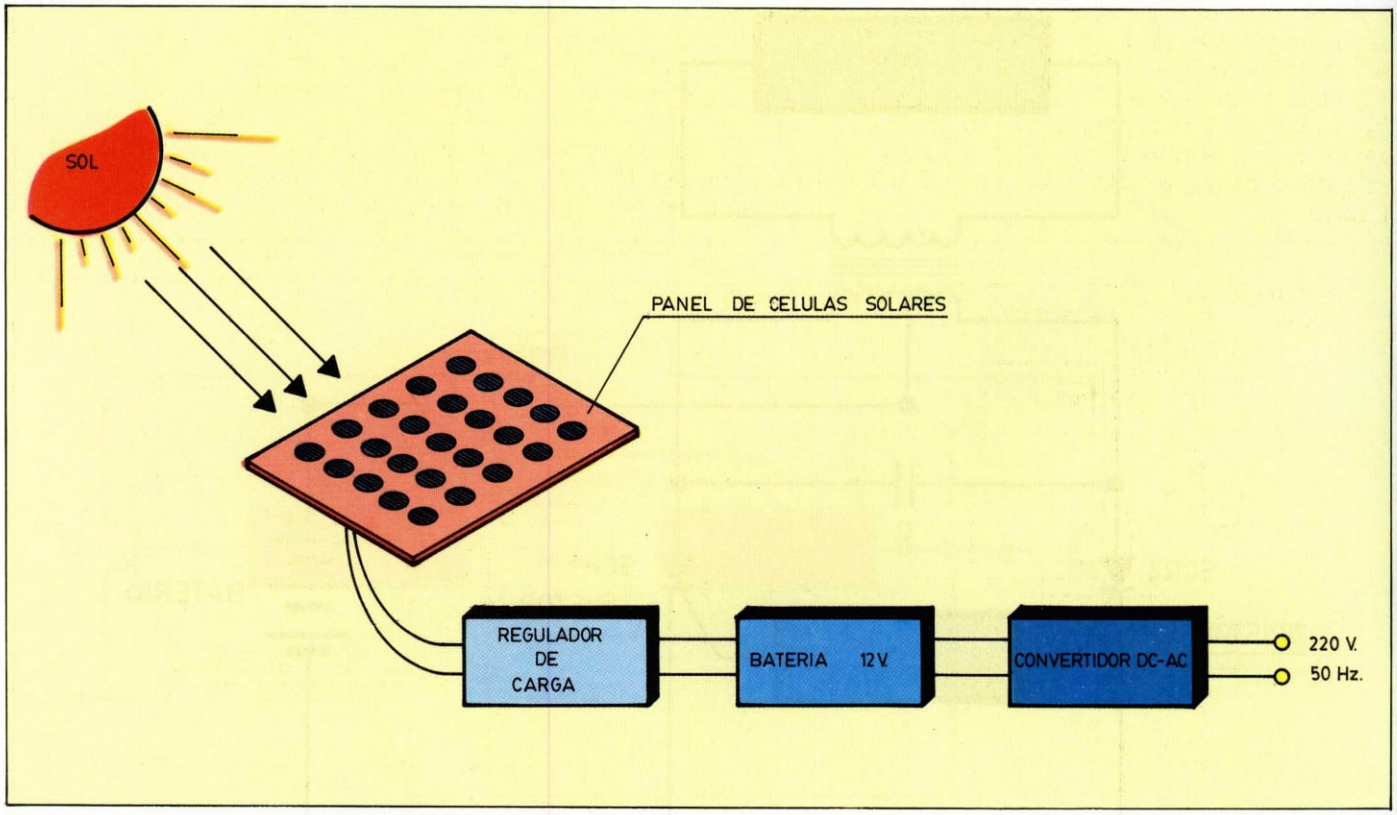
Cuando a partir de una tensión continua se quiere obtener otra también continua pero más elevada, es necesario en primer lugar convertirla en una señal alterna para poder aplicarla a un transformador y elevar su valor de tensión, para proceder posteriormente a su rectificado. En este caso la frecuencia de conversión se elige de forma que permita obtener el máximo rendimiento del sistema, con lo cual el aprovechamiento de energía será máximo.

## Aplicaciones

La aplicación más importante, ya mencionada, es la conexión de centrales solares fotovoltaicas a la red de distribución de energía eléctrica.

La iluminación en los vagones de ferrocarril y autobuses destinados al transporte de viajeros mediante lámparas fluorescentes exige la utilización de convertidores.

Con el convertidor cuya construcción se propone en páginas anteriores puede alimentarse un tubo fluorescente, de gran utilidad en acampadas, o como luz de emergencia a partir de la batería de un vehículo. También es útil en pequeñas instalaciones de energía solar, o cuando se necesiten obtener 220 V y sólo se disponga de una batería de 12 V.




*Obtención de una toma de 220 V a partir de un panel solar, que carga una batería de 12 V.*

# CIRCUITO INTEGRADO 8038

*El generador de ondas ICL8038 es un circuito integrado monolítico, capaz de producir con alta precisión ondas senoidales, cuadradas, triangulares y en diente de sierra, con muy pocos componentes externos. La salida es estable para un extenso margen de temperaturas y variaciones de la tensión de alimentación. El margen de frecuencia de funcionamiento varía desde 0,001 Hz a más de 300 kHz, y se puede seleccionar exteriormente mediante resistencias y condensadores.*

El circuito proporciona simultáneamente las ondas senoidal, cuadrada y triangular, ya que tiene habilitadas tres salidas (véase diagrama de conexiones). La simetría de todas las ondas se obtiene mediante el ajuste de las resistencias externas, $R_A$ y $R_B$, tal y como se muestra en la figura. Con esta configuración, manteniendo $R_A = R_B$, podemos conseguir ondas con un 50 % de período positivo y una frecuencia f = 0,3/RC. Si no es preciso regular el período, los terminales 4 y 5 se pueden cortocircuitar. Para conseguir una distorsión de la salida senoidal menor del 1 %, es conveniente que la resistencia de 82 Ω conectada entre los terminales 11 y 12 sea variable.

Para una frecuencia de salida determinada, $R_A$, $R_B$ y C se fijan a partir de la corriente de carga; a fin de obtener óptimos resultados, ésta debe estar comprendida entre 10 μA y 1 mA.

Este generador de ondas puede funcionar con una sola tensión de alimentación (10 a 30 V) o con doble tensión de alimentación (± 5 a ± 15 V). Con una tensión única de alimentación, los valores medios de las ondas triangular y senoidal son exactamente la mitad de la tensión de alimentación, mientras que las ondas cuadradas alternan entre V + y tierra.

Mientras el voltaje de alimentación permanezca dentro del margen de tensiones (Vcc ≤ V) puede conectarse una resistencia de carga a una tensión de alimentación diferente, y, de esta manera, la salida de onda cuadrada se puede hacer compatible con TTL (R carga conectada a + 5 V) siempre que el generador de ondas se alimente con una tensión mucho más alta.

Para modular la frecuencia en este circuito hay que actuar sobre la tensión de corriente continua en el terminal 8; cuando las desvia-

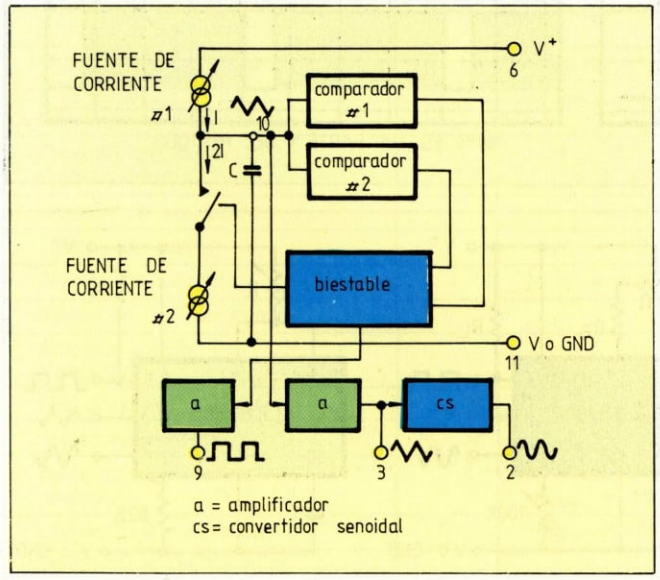
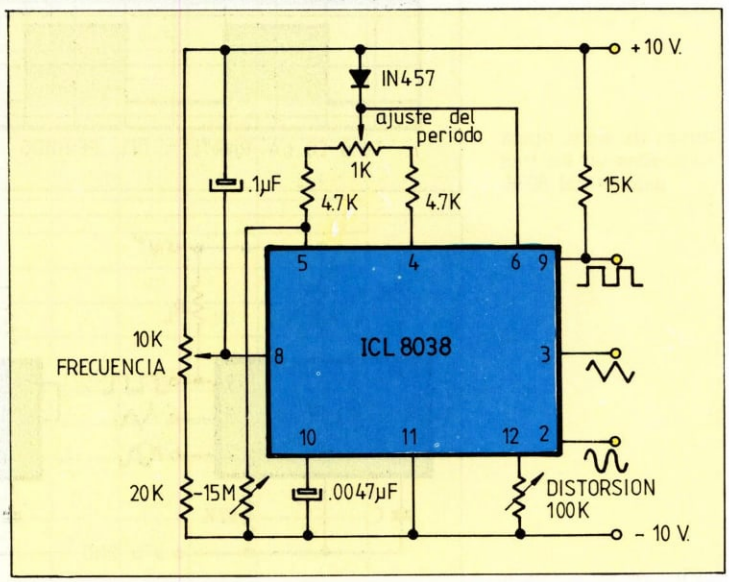
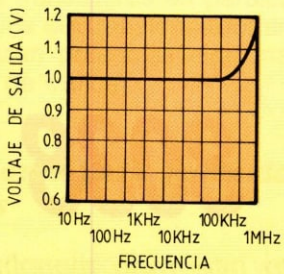



*Diagrama de bloques del 8038; en él podemos apreciar la sencillez del circuito.*

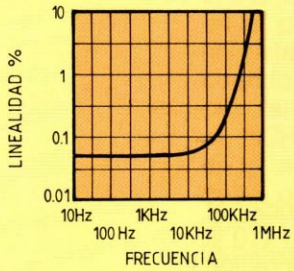



*Oscilador de audio, 20 Hz a 20 kHz; ésta es una de las aplicaciones típicas.*

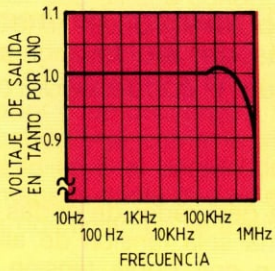
Tiempos de subida y bajada en función de la resistencia de carga.




*Tensión de salida en función de la frecuencia para una onda triangular.*




*Linealidad (%) en función de la frecuencia para una onda triangular.*




*Tensión de salida en función de la frecuencia cuando la salida es senoidal.*

ciones son pequeñas (p.e., ± 10 %), la señal de modulación puede aplicarse directamente con un condensador de desacoplo, y para desviaciones grandes de FM o de barrido de frecuencia la señal de modulación se aplica entre la tensión de alimentación positiva y el terminal 8.

La variación de la frecuencia con la temperatura es baja, del orden de 50 p.p.m °C, y conectado a un circuito seguidor de fase puede reducirse aún más.

## Aplicaciones

— Oscilador de audio, 20 Hz a 20 kHz.

— Para obtener un margen de barrido 1.000:1, en el 8038 la tensión a través de $R_A$ y $R_B$ debe ser casi cero; esto requiere que la tensión en el terminal de control (8) supere a la tensión superior de $R_A$ y $R_B$ en unos cientos de mV. En el circuito de la figura esto se logra utilizando un diodo para reducir la tensión de alimentación, patilla 6.

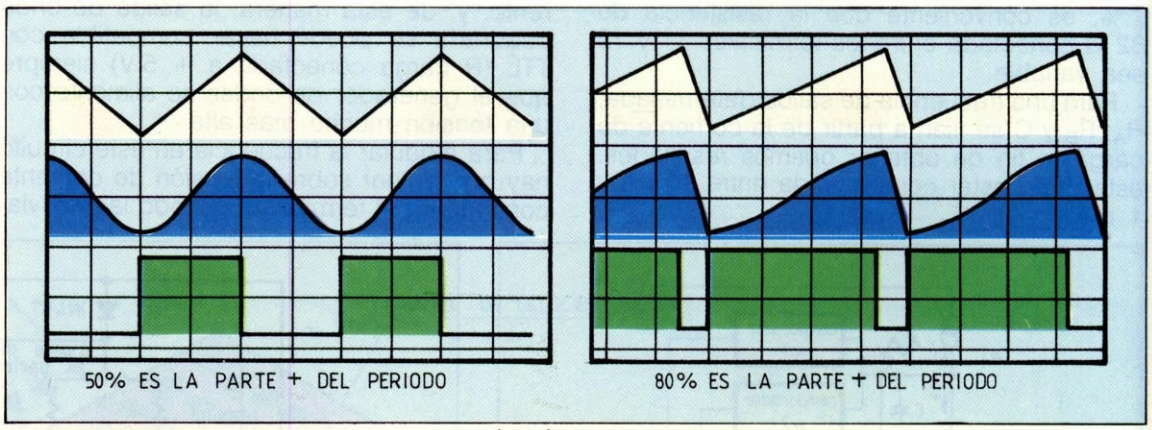
Como podemos ver en la figura, la linealidad de la tensión de barrido de la entrada se mejora significativamente con el amplificador operacional.

## Encapsulado

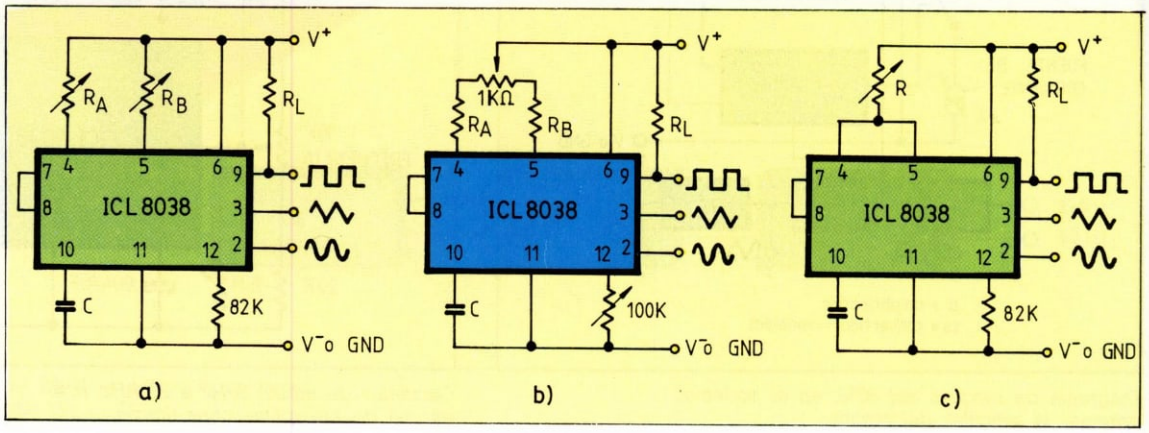
Este integrado se presenta en un formato DIL de 14 patillas.

## Fabricantes

— INTERSIL



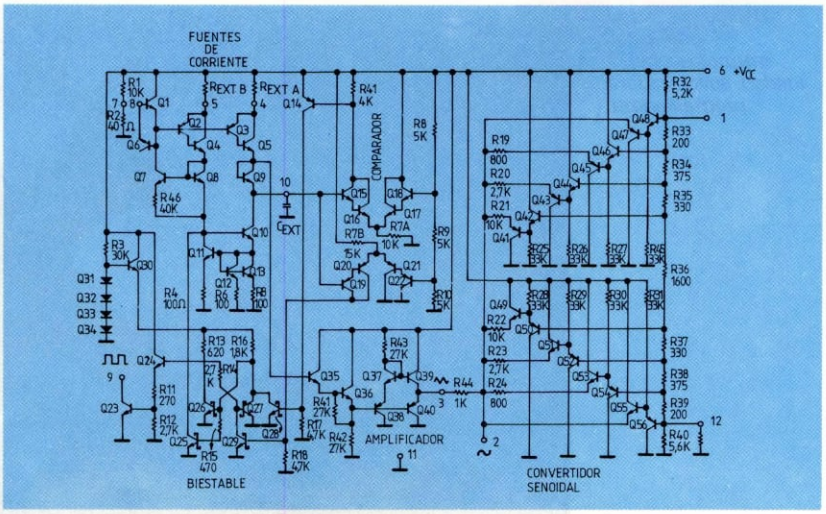

Formas de onda típica obtenidas en las tres salidas del 8038.

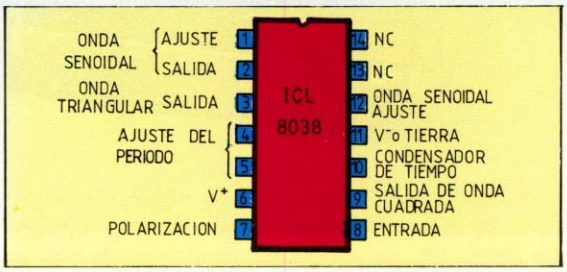



*Circuito de conexión de las resistencias externas reguladoras.*

## Valores límites de funcionamiento

| | |
|---|---|
| — Tensión de alimentación | ±18 V ó 36 V total |
| — Disipación de potencia | 750 mW |
| — Tensión de entrada (cualquier terminal) | menor que $V_{cc}$ |
| — Corriente de entrada (terminales 4 y 5) | 25 mA |
| — Corriente de salida (terminales 3 y 9) | 25 mA |
| — Margen de temperatura de almacenamiento | −65 °C a +125 °C |
| — Margen de temperatura de funcionamiento: | |
| versión comercial | 0 °C a +70 °C |
| versión militar | −55 °C a +125 °C |
| Temperatura en la soldadura (con 10 segundos) | 300 °C |




*Circuito equivalente del 8038; cada sección está limpiamente visible.*

*Diagrama de conexiones del circuito integrado ICL8038.*

## C. INTEGRADO ICL8038 — CARACTERISTICAS ELECTRICAS

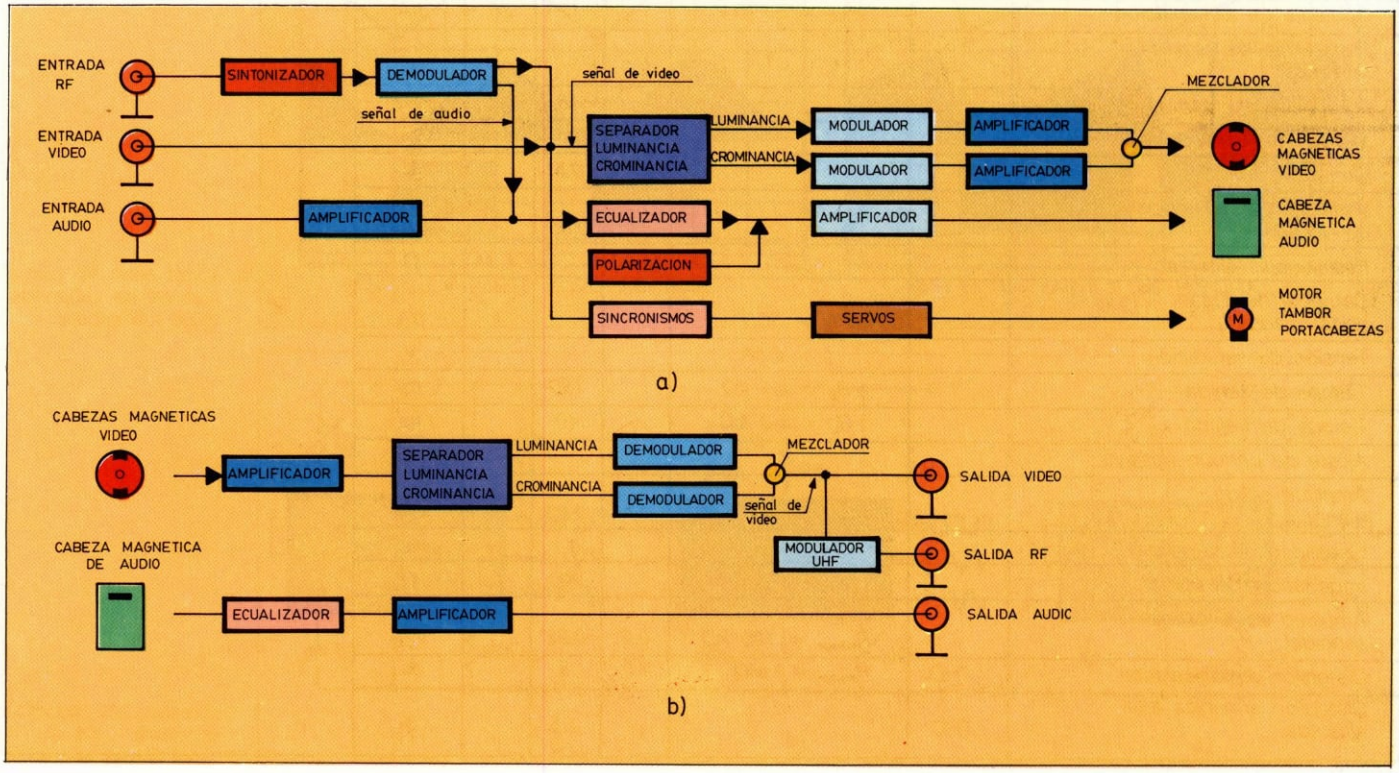
| PARAMETRO | | Condiciones de medida | Valores | | | Unidades | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Denominación | Símbolo | | Mín. | Tip. | Máx. | | |
| Tensión de alimentación | $V_{cc}$ | | | | | | |
| Tensión de alimentación simple | | | + 10 | | + 30 | V | |
| Tensión de alimentación doble | | | ± 5 | | ± 15 | V | |
| Corriente de alimentación | | $V_{cc}$ = ± 10 V | | 12 | 20 | mA | |
| Frecuencia de oscilación máxima | | | 100 | | | Hz | |
| Frecuencia de barrido de FM | | | | 10 | | kHz | |
| Margen de barrido FM | | | | 35:1 | | | |
| Linealidad FM | | | | 0,5 | | % | |
| Variación de la tensión de salida | | En función de $V_{cc}$ | | 0,05 | | %/$V_{cc}$ | |
| Resistencias externas | | | 1.000 | | 1 M | Ω | |
| Corriente de fugas onda cuadrada | | V = 30 V | | | 1 | μA | |
| Tensión de saturación | | $I_t$ = 2mA | | | | V | |
| Tiempo de subida | | $R_L$ = 4,7 kΩ | | 180 | | ns | |
| Tiempo de bajada | | $R_L$ = 4,7 kΩ | | 40 | | ns | |
| Ajuste de período positivo | | | 2 | | 96 | % | |
| Amplitud salida triangular | | $R_{trian.}$ = 100 kΩ | 0,30 | 0,33 | | $V_{cc}$ | |
| Linealidad de la salida | | | | 0,1 | | % | |
| Impedancia de salida | | $I_{salida}$ = 5 mA | | 200 | | Ω | |
| Amplitud de la salida senoidal | | $R_{seno.}$ = 100 kΩ | 0,2 | 0,22 | | $V_{cc}$ | |
| Distorsión armónica total | THD | $R_{seno.}$ = 1 MΩ | 2,0 | 5 | | % | |
| Distorsión armónica total ajustada | THD | | | 1,5 | | % | |

*Equipo de vídeo de color magnetoscopio y unidad sintonizadora programadora.*

## MAGNETOSCOPIO DOMESTICO

| SISTEMA | VHS | 2000 | β |
|---|---|---|---|
| — Anchura cinta | 12,7 mm | 12,7 mm | 12,7 mm |
| — Diámetro tambor portacabezas | 62 mm | 65 mm | 74,5 mm |
| — Velocidad arrastre cinta | 2,33 cm/s | 2,44 cm/s | 1,87 cm/s |
| — Velocidad relativa cinta/cabezas | 4,84 m/s | 5,08 m/s | 5,83 m/s |
| — Anchura grabación | 12,7 mm | 6,35 mm | 12,7 mm |
| — Dimensiones casete (mm) | 188 × 104 × 25 | 183 × 110 × 26 | 56 × 96 × 25 |
| — Casete reversible | NO | SI | NO |

*(a) Diagrama de bloques simplificado de un magnetoscopio en el proceso de grabación, y (b) Diagrama de bloques simplificado para el proceso de reproducción.*



# MAGNETOSCOPIO DOMESTICO

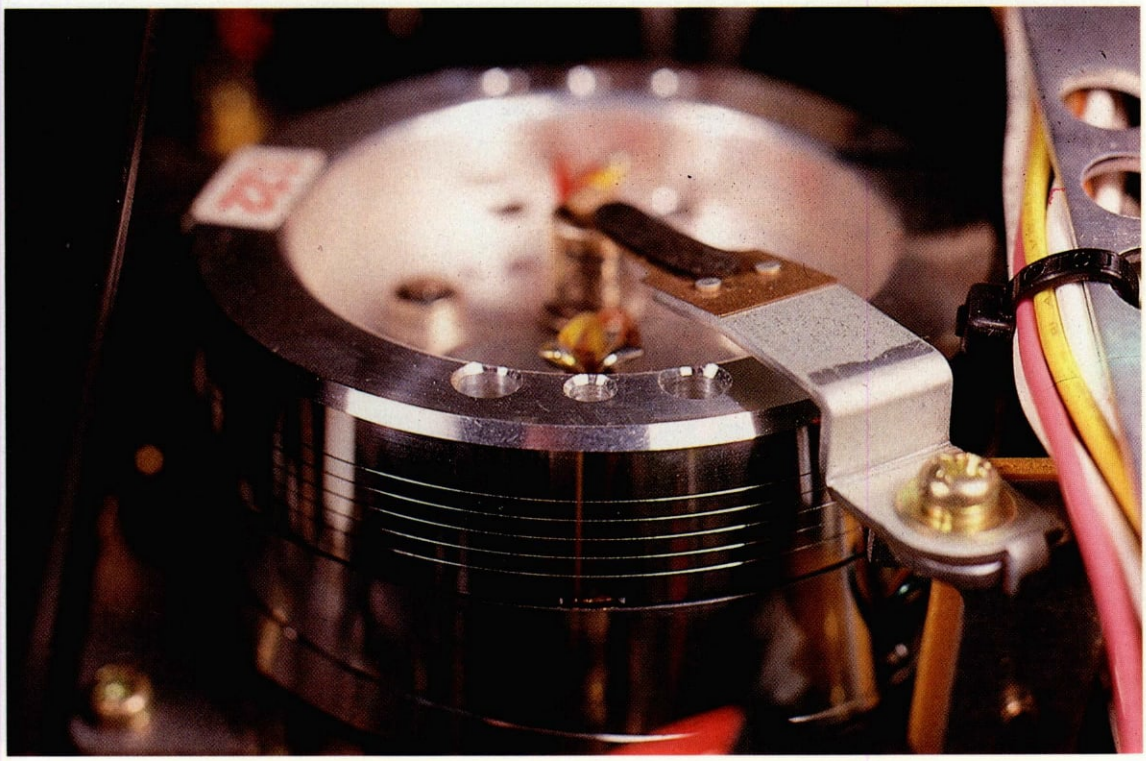
*En capítulos anteriores se han expuesto los principios básicos de la grabación de imágenes en cinta magnética. Los avances tecnológicos, tanto de la electrónica como de la mecánica, permiten disponer por un lado de circuitos integrados de altas prestaciones y reducido tamaño, y por otro lado, de sistemas de tracción y arrastre, poleas y tambores portacabezas perfectamente mecanizados.*

Todo esto, apoyado por las técnicas de fabricación de grandes series, ha hecho posible lanzar a la calle una extensa gama de magnestocopios para utilizaciones domésticas, de buenas prestaciones, sencillo manejo y tamaño realmente reducido pese a su complejidad interna.

## Funcionamiento básico

La mayoría de los magnetoscopios domésticos emplean el sistema de grabación helicoidal; generalmente utilizan dos cabezas de vídeo diametralmente opuestas, situadas sobre un tambor de poco más de 60 cm de diámetro, con una ligera inclinación sobre la vertical, que gira en sentido contrario a la cinta manteniendo una velocidad relativa respecto a la misma de alrededor de 5 m/s.

La entrada de RF se conecta a la antena de TV, bien sea individual o colectiva. Al igual que en un receptor de TV, la primera etapa es el sintonizador, con el que se selecciona



*Tambor portacabezas de un magnetoscopio sistema VHS.*

alguna de las emisoras que emiten sobre esa zona; la señal se envía a la salida de RF para poder comprobar la sintonización en el televisor.

La señal sintonizada se demodula, obteniéndose las señales base de vídeo, de audio y la correspondiente a los sincronismos. La señal de vídeo se separa en sus dos componentes: luminancia, que lleva la información de blanco y negro, y crominancia, que añade a la anterior la información de color, que previamente amplificadas por separado se entregan a las cabezas magnéticas grabadoras de vídeo.

La señal de audio se graba en una pista aparte de forma similar a un magnetófono.

La forma de grabar en la cinta la información de los sincronismos varía del sistema 2000 respecto a los BETA y VHS; esta información, en todos los casos, es la que gobierna los servosistemas que controlan la velocidad del motor portacabezas.

La reproducción sigue un proceso inverso; la señal inducida por la cinta en las cabezas se entrega a un separador de luminancia y crominancia, demodulándose ambas señales por separado y mezclándose a continuación, para obtener la señal de vídeo. Las imágenes grabadas pueden ser visualizadas si se aplica esta señal a un monitor de vídeo, bien sea de blanco y negro, o color. Para utilizar la entrada de antena de un receptor de TV se deberá pasar esta señal de vídeo por un modulador que dé a su salida una señal correspondiente a un canal de TV, que se puede ajustar para que no coincida con alguna emisora local.

## Utilidades prácticas

La mayoría de los magnetoscopios domésticos incorporan un programador electrónico, que controla las operaciones internas necesarias para que el magnetoscopio realice la grabación del espacio de televisión que el usuario haya programado previamente, indicándole el comienzo y la terminación del mismo. Es corriente que el programador esté alimentado permanentemente por medio de baterías de NiCd para evitar errores en el reloj por interrupciones en el suministro de energía eléctrica.

Otra opción ofrecida por los fabricantes es la incorporación de mando a distancia, normalmente por luz infrarroja codificada, para utilizar el magnetoscopio sin levantarse del sillón, situado a pocos metros del mismo.

El desarrollo de los microprocesadores y el bajo coste de los mismos los hacen muy aptos para controlar las múltiples operaciones que tiene que realizar un magnetoscopio, tanto en la grabación como en la reproducción; asimismo, puede hacerse cargo de la programación horaria, e incluso utilizar la propia pantalla del televisor para presentar información del estado del aparato, del canal seleccionado, de la hora, etc. Pudiendo de esta manera eliminar algunos de los controles exteriores. O sea, funciona como un microordenador con un programa especializado en el control del magnetoscopio.

Ultimamente han hecho aparición los magnetoscopios que utilizan cintas de 8 mm, lo que permite reducir el tamaño de los apara-

*Magnetoscopio portátil y unidad de baterías recargables.*

tos y aumentar la duración de las grabaciones.

Otras posibilidades son: parar la imagen, avance o retroceso, cuadro a cuadro, avance lento o rápido, etc. En estos casos, como la velocidad de arrastre no es la normal es imposible la reproducción del sonido, por lo que el magnetoscopio lo desconecta automáticamente.

## Equipo portátil o estacionario

La mayoría de los usuarios utilizan el magnetoscopio para visionar películas compradas o alquiladas, así como para grabar algunos programas emitidos por emisoras de televisión. En este caso es aconsejable un equipo estacionario, que incorpora todo lo necesario para estas funciones en un solo mueble. Entra dentro de lo posible la aparición en el mercado del vídeo de aparatos sólo reproductores a precios mucho más asequibles.

Otro tipo de aficionados aprovechan las ventajas de disponer de una cámara de vídeo para grabar acontecimientos familiares, o bien como un procedimiento barato para practicar con cámara como paso previo al vídeo profesional, de mayores posibilidades y calidad, pero a unos precios prohibitivos para el aficionado.

Por razón de espacio y peso, los equipos portátiles se dividen en varios modelos:

— El magnetoscopio previamente dicho, en el que se conecta la cámara mediante un cable especial, y que se alimenta por baterías.

— La unidad sintonizadora-programadora, para poder grabar las emisiones de televisión y para programar el funcionamiento del magnetoscopio.

— Existe otra unidad que se utiliza para alimentar el equipo cuando haya una toma de red cercana, o para recargar las baterías. Algunos sistemas incluyen esta unidad en el interior de alguna de las anteriores.

Hay cámaras de vídeo que incorporan un pequeño magnetoscopio, con lo que el equipo se hace 100 % portátil y fácil de manejar.

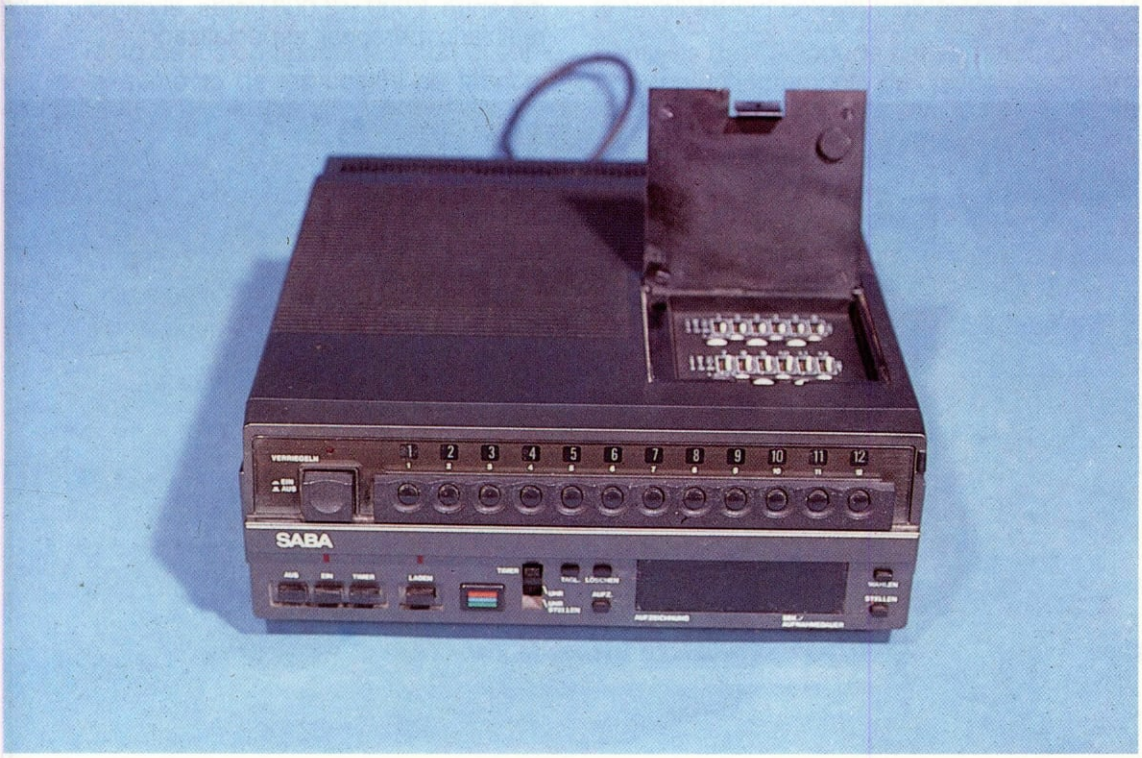
## Sistemas utilizados en magnetoscopios domésticos

Se han desarrollado varios sistemas de grabación, pero solamente tres han tenido una amplia difusión y se han hecho populares; son los denominados BETA, VHS y VIDEO 2000.

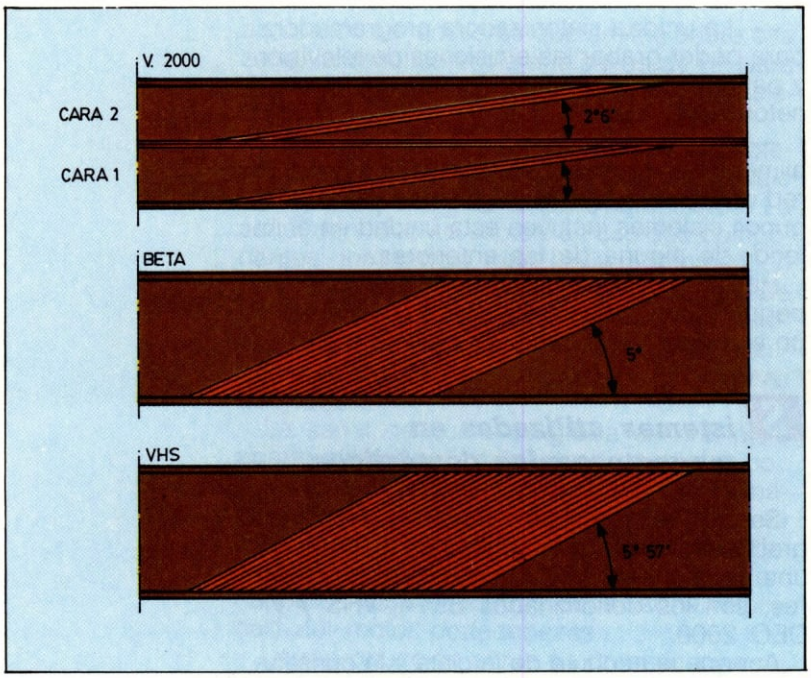
Aunque la anchura de la cinta y la constitución de la misma es similar en los tres sistemas, varían algunos parámetros que los hace incompatibles entre sí, e incluso las dimensiones del cartucho que las contiene son diferentes.

Los sistemas β y VHS son bastante parecidos uno al otro, mientras que el Vídeo 2000 utiliza la mitad de la anchura de la cinta, la casete es reversible y al darle vuelta se utiliza la otra mitad, con lo cual aumenta considerablemente el tiempo de grabación.

La señal de sincronismos se graba en unas pistas intercaladas con las de vídeo en el sis-




*Debajo de la pequeña tapa se encuentran los reguladores para ajustar el canal en recepción de la unidad sintonizadora.*




*Pistas de vídeo sobre la cinta para los tres sistemas más populares.*

tema V.2000, mientras que los otros dos sistemas utilizan una pista longitudinal para la grabación de estas señales, hecho que obliga a incluir en estos magnetoscopios el mando de TRACKING para que al cambiar la cinta de aparato se puedan hacer coincidir exactamente las pistas de vídeo grabadas en la cinta con el recorrido de las cabezas magnéticas.

Se pueden copiar cintas de un sistema a otro conectando los magnetoscopios de forma adecuada, uniendo RF OUT→RF IN o VIDEO OUT→VIDEO IN. En este último caso también hay que unir AUDIO OUT → AUDIO IN, pues la señal de vídeo no puede llevar el sonido.

## Puede un magnetoscopio utilizarse en cualquier país?

Las administraciones de cada país han adoptado diferentes estándares para sus emisiones de televisión, además de utilizar diferentes sistemas PAL, NTSC y SECAM.

Hay países, como por ejemplo España, Portugal y Marruecos, que utilizan el mismo estándar (Normas B y G) y sistema PAL.

Algunos magnetoscopios incorporan unos conmutadores para poder adaptarlos a distintos estándar de TV. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta cuando es preciso trasladar el magnetoscopio de un país a otro.

Si usted dispone de grabaciones de interés, realizadas en otro estándar de TV, puede llevarlas a una empresa de vídeo especializada que disponga de un equipo convertidor de normas, de forma que le puedan hacer una copia en el estándar que necesite y para el sistema de magnetoscopio que más le convenga.

## Mantenimiento

El magnetoscopio es un aparato que requiere un mantenimiento periódico; su delicado sistema mecánico es muy sensible al polvo y a la humedad.

Sus cabezas deben limpiarse periódicamente con un bastoncillo de algodón impregnado en freón o alcohol; la duración de las mismas depende del modelo y de la abrasividad de las cintas. Suelen tener una vida media entre 1.000 y 2.000 horas; el cambio debe realizarlo personal especializado.

# FUENTE DE ALIMENTACION UNIVERSAL

**DIFICULTAD:** ☆
**COSTO:** ○
**TIEMPO:** □

*La totalidad de los circuitos electrónicos funcionan con energía eléctrica; para que el funcionamiento sea además correcto, es necesario que la tensión que llega a los terminales de alimentación sea la requerida.*

La industria ofrece numerosos tipos de fuentes de alimentación, pensados cada uno para diferentes empleos. Uno de los tipos más populares es la fuente de alimentación de pequeña potencia, que se emplea para conectar a la red eléctrica los magnetófonos portátiles a casete, los receptores de radio y todos aquellos aparatos que funcionan con corriente continua y baja tensión, entre los que se cuentan muchos de nuestros montajes.

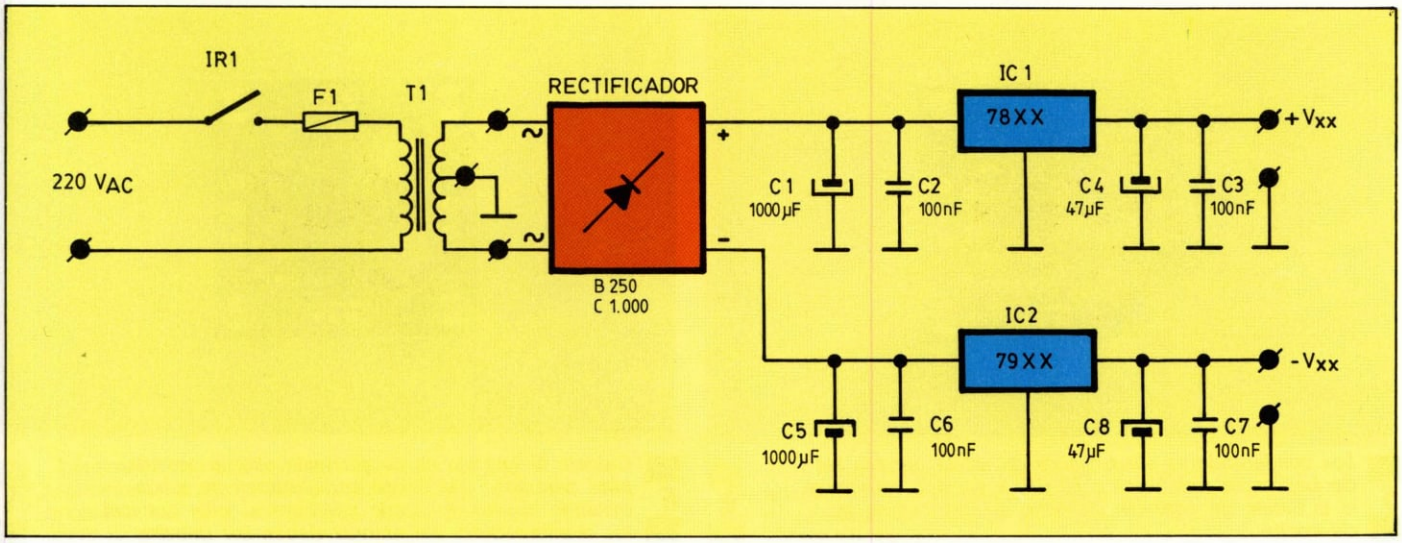
Sucede además que parte de los montajes recomendados necesitan de una alimentación simétrica para su correcto funcionamiento. Es práctica habitual diseñar la alimentación en la misma placa de circuito impreso que el resto de los componentes, con el subsiguiente aumento de los costos de fabricación.

Hemos considerado, en consecuencia, la utilidad de proporcionar a nuestros lectores una fuente de alimentación polivalente, para que puedan emplearla con cualquier otro aparato que funcione con corriente continua, siempre que el consumo sea inferior a 1 A.

## Descripción

Según puede apreciarse en el esquema adjunto, esta fuente de alimentación es sumamente sencilla, basada en las series 78xx y 79xx. Nos proporciona una tensión regulada del valor indicado por las dos últimas cifras del circuito integrado utilizado.

A la salida del transformador se rectifica la corriente mediante un puente de diodos integrado. El valor límite fijado para este componente es de 1 A; puede ser superior, pero supondría un incremento de costes innecesario, ya que el circuito impreso está diseñado con ese valor límite, que es suficiente para la mayoría de los casos habituales. A continuación se instala un condensador electrolítico




*Esquema completo de la fuente de alimentación; puede suprimirse la sección que no vaya a emplearse.*

de suficiente capacidad para asegurar que la tensión rectificada no desciende por debajo del valor nominal de salida. Para filtrar los transitorios de alta frecuencia se instala otro condensador de poliéster, cuyo valor puede variar según las necesidades, y que hemos previsto de 100 nF.

A la salida del regulador también es conveniente prever la instalación de otros dos condensadores, uno electrolítico, de capacidad igual o inferior a 50 µF, y uno de poliéster igual que el anterior, también para filtrar el posible ruido de salida.

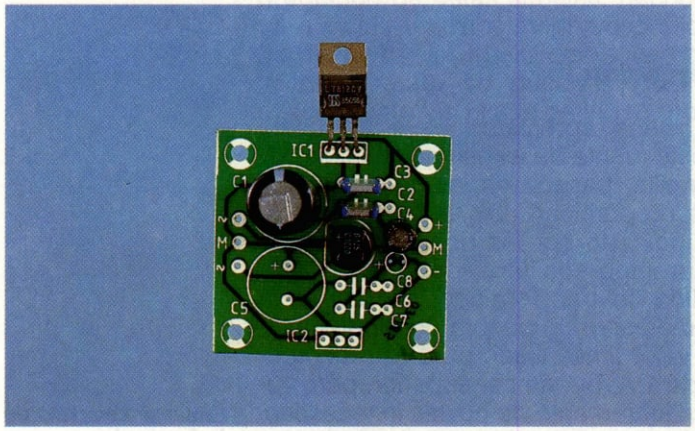
El regulador puede ser cualquiera de los integrados de las series indicadas. En la tabla adjunta se indican los valores nominales existentes en el comercio, junto con la tensión de entrada mínima necesaria para su correcto funcionamiento. Es de señalar que este mismo montaje, sin ningún tipo de añadido, puede emplearse como alimentador para el automóvil, siempre que se pretendan obtener voltajes iguales o inferiores a 12 V.

Comparado con las fuentes de alimentación más populares, este montaje cuenta con la ventaja de suministrar un nivel de tensión continuo bajo cualquier condición de carga, salvo que se exceda del límite, en cuyo caso el regulador se inhibiría. El rizado es muy bajo y, como ya hemos indicado, la posibilidad de destrucción del alimentador por un cortocircuito en la salida es mínima, ya que el integrado está protegido contra esta eventualidad.

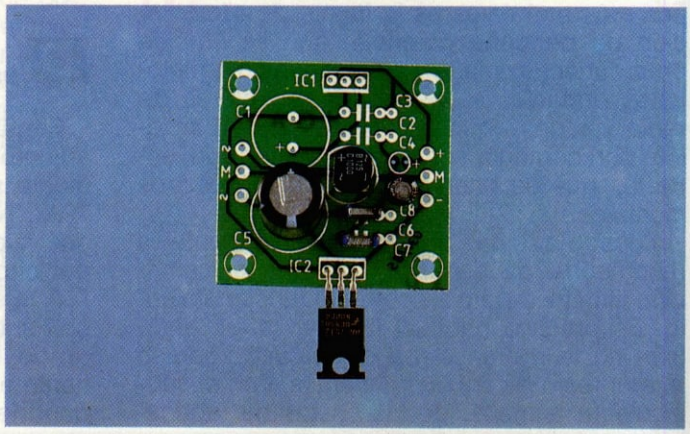
## Construcción

Con el objeto de evitar incrementos de coste superfluos en la tarjeta de circuito impreso, todos los condensadores electrolíticos se han dispuesto en posición vertical, por lo que deberán ser radiales; ello obliga a instalar primero los componentes de menor altura, comenzando por el puente rectificador y siguiendo por los condensadores de poliéster, que son cuatro, todos de igual capacidad.

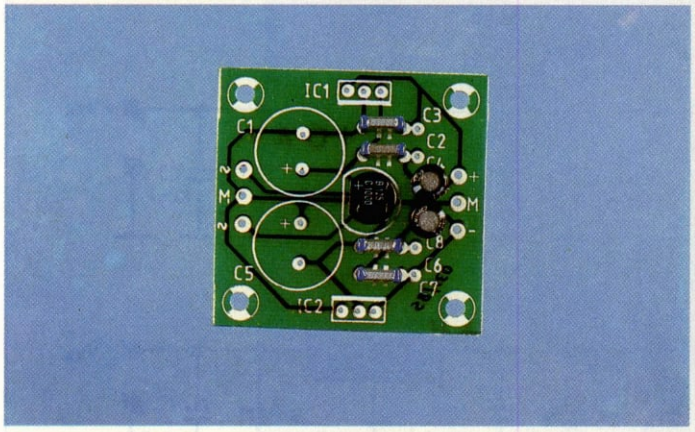
El rectificador previsto es del tipo B250 C1000 y la serigrafía indica el correcto posicionamiento de éste, incluyendo la denomina-



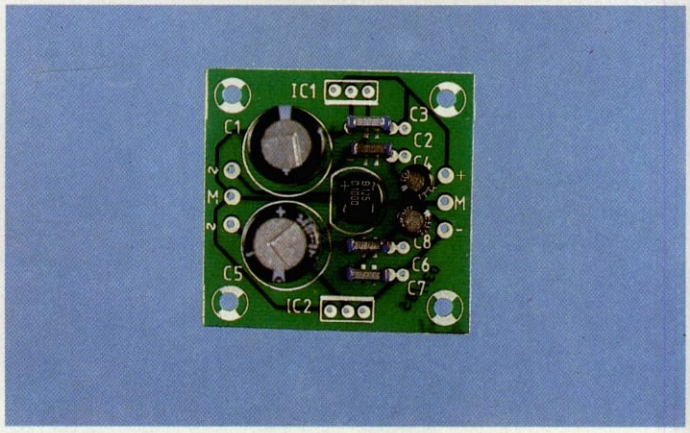

**1** *Fuente de alimentación regulada para 12 $V_{cc}$/1 $A_{max}$. El condensador C5 debe sustituirse por un puente IC1 que está colocado en posición inversa para su visualización; no debe soldarse en esta posición.*



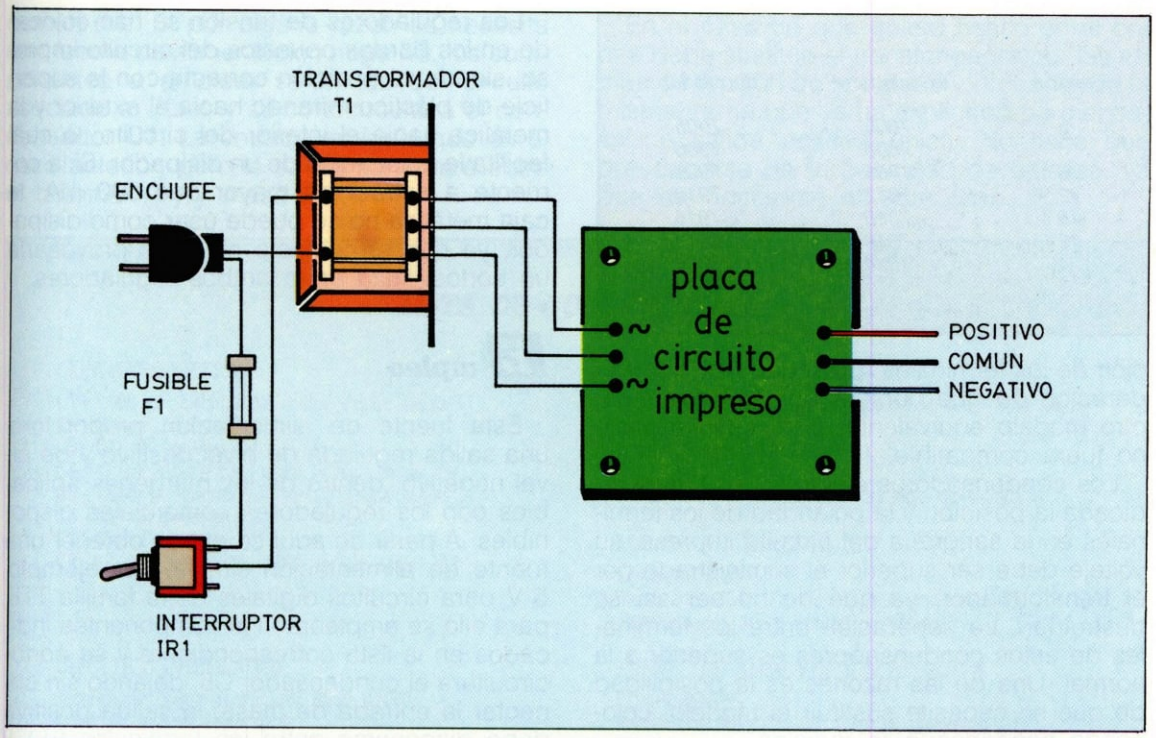

**2** *Fuente de alimentación regulada para − 12 $V_{cc}$/1 $A_{max}$. El condensador C1 debe sustituirse por un puente IC2 que se ha colocado en posición inversa para su visualización; no debe soldarse en esta posición.*



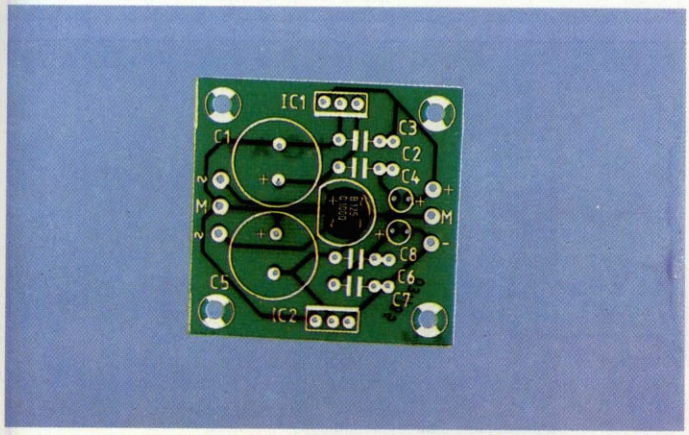

**5** *Los condensadores electrolíticos de salida pueden ser de bajo valor (inferiores a 50 µF) y pueden suprimirse si la fuente de potencia proviene de una batería vg.: de coche.*



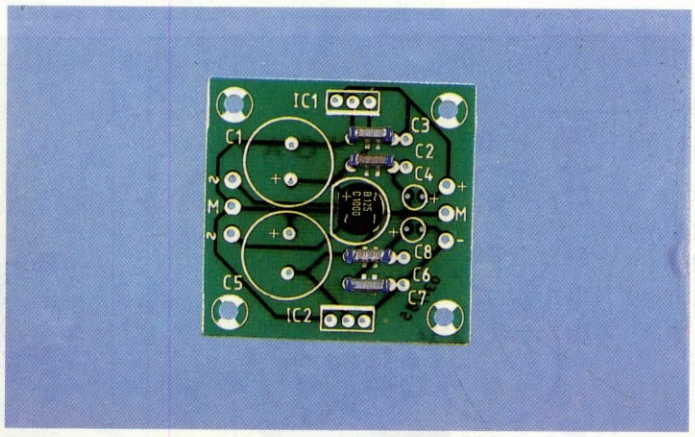

**6** *Cuando la entrada es de corriente alterna senoidal, para garantizar una buena característica de salida, evitando niveles de rizado inferiores al valor nominal, los condensadores de entrada deben ser grandes.*



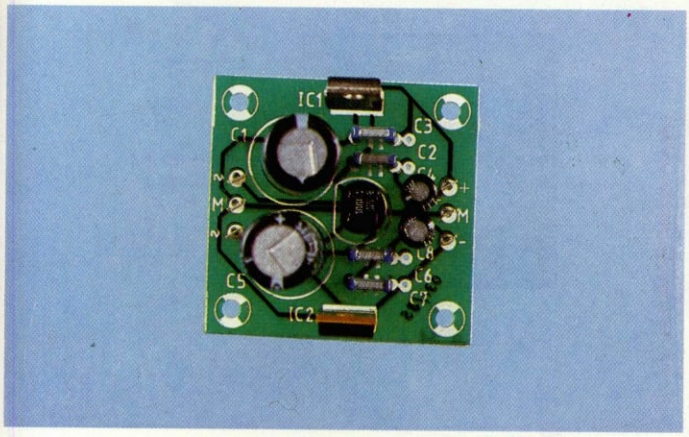

*Cableado de la fuente de alimentación; puede suprimirse la sección que no vaya a usarse.*



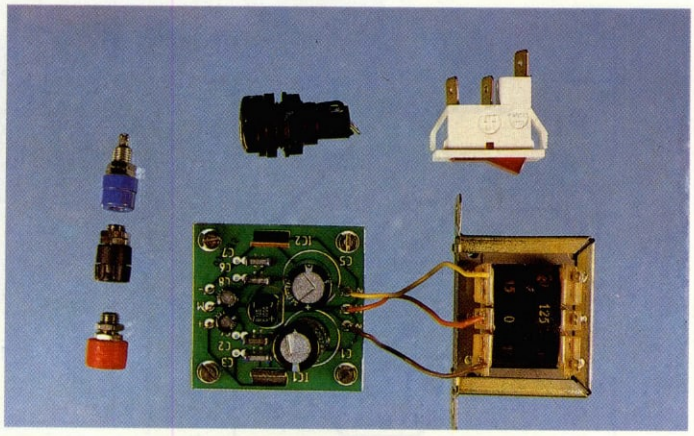

**3** *El rectificador recomendado puede cambiarse por otro cualquiera de los existentes en comercio, pero si se hace hay que comprobar el conexionado de los terminales.*




**4** *Los condensadores de poliéster deben ser de varios nanofocadios. No es recomendable que sus valores sean superiores a 100 nF, ya que están destinados a filtrar picos de alta frecuencia.*




**7** *Como se puede apreciar, la disposición de los reguladores facilita el empleo de disipadores, si es necesaria una gran corriente de salida, tanto para IC1 como para IC2.*



**8** *Este montaje puede ir dentro de la caja de cualquier aparato, pero si se desea emplear en una caja propia es conveniente disponer de fusible, interruptor y bornes de salida.*

*Tabla de tensiones de cada salida disponibles, según el regulador empleado.*

| Tensión | Regulador + | Regulador − |
|---|---|---|
| 5 | 7805 | 7905 |
| 6 | 7806 | 7906 |
| 8 | 7808 | 7908 |
| 12 | 7812 | 7912 |
| 15 | 7815 | 7915 |
| 18 | 7818 | 7918 |
| 24 | 7824 | 7924 |

ción de los terminales (polaridad) en la consideración de que hubiera que sustituirlo por otro modelo equivalente, pero cuyo patillaje no fuera compatible.

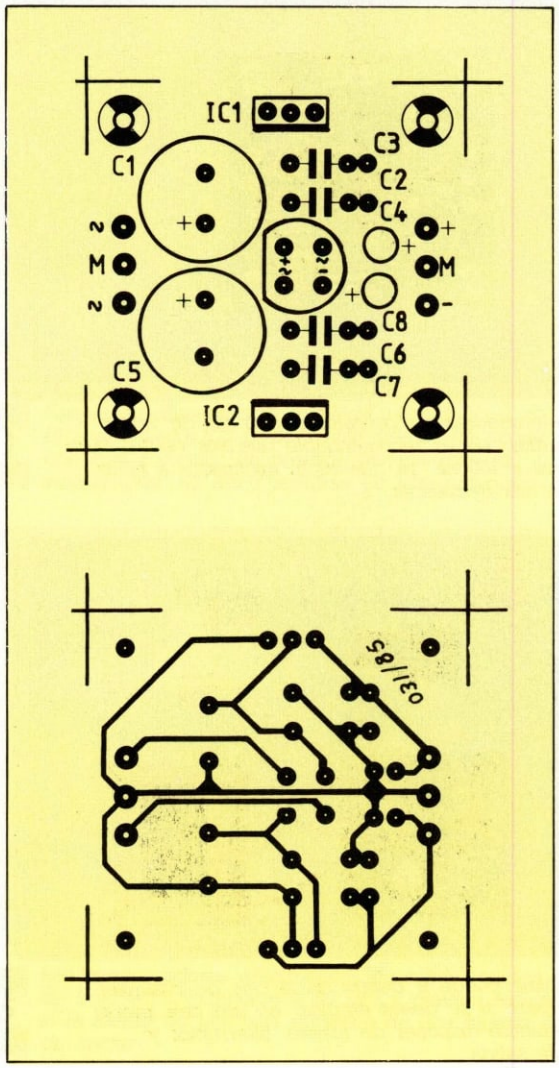
Los condensadores electrolíticos tienen indicada la posición y la polaridad de los terminales en la serigrafía del circuito impreso, su voltaje debe ser superior al suministrado por el transformador, ya que de no ser así se destruirían. La separación entre los terminales de estos condensadores es superior a la normal. Una de las razones es la posibilidad de que se necesite sustituir el modelo, colocando condensadores radiales.

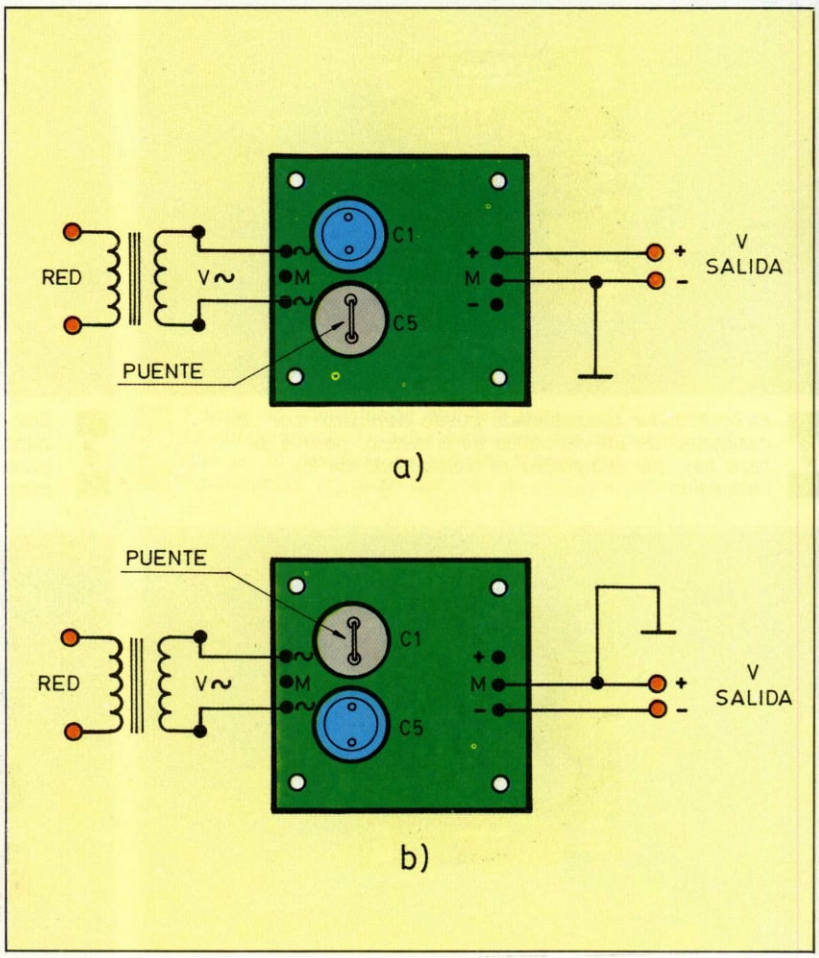
Los reguladores de tensión se han colocado en los bordes opuestos del circuito impreso, siendo su posición correcta con la superficie de plástico mirando hacia el exterior y la metálica hacia el interior del circuito, lo cual facilita la colocación de un disipador. Si la corriente a extraer es mayor que 500 mA, la caja metálica no se puede usar como disipador, ya que el contacto eléctrico provocaría un cortocircuito entre ambos reguladores.

## Empleo

Esta fuente de alimentación proporciona una salida regulada de nivel positivo y de nivel negativo, dentro de los márgenes aplicables con los reguladores comerciales disponibles. A partir de aquí se puede obtener una fuente de alimentación simple, por ejemplo, 5 V para circuitos digitales de la familia TTL; para ello se emplearán los componentes indicados en la lista correspondiente y se cortocircuitará el condensador C5, dejando sin conectar la entrada de masa; la salida positiva debe disponerse entre los terminales (+) y

*Disposición de los componentes en el circuito impreso (serigrafía de la placa).*




*Empleo como fuente de alimentación sencilla. Puente a soldar especificado.*
*a) Fuente de alimentación positiva, se cortocircuita C5.*
*b) Fuente de alimentación negativa, se cortocircuita C1.*

común (M). Si por alguna razón se necesita una fuente de alimentación negativa, los componentes a emplear serán los del circuito asociado al 79xx, y se cortocircuitará el condensador C1. La entrada es igual que en el caso anterior, pero la salida se tomará entre el terminal (–) y masa (M).

En el caso de que quiera usarla en el coche debe sustituir el transformador por las tomas de tensión de la batería y proceder de la misma forma que se ha explicado para el caso de salida positiva única. No tiene que preocuparse de la polaridad de entrada, ya que es indiferente en este caso.

## LISTA DE COMPONENTES

*CONDENSADORES*

C1 - 1.000 µF electrolítico, radial, voltaje según T1.
C2 - 100 nF poliéster.
C3 - 100 nF poliéster.
C4 - 47 µF electrolítico, radial, voltaje según IC1.
C5 - 1.000 µF electrolítico, radial, voltaje según T1.
C6 - 100 nF poliéster.
C7 - 100 nF poliéster.
C8 - 47 µF electrolítico, radial, voltaje según IC2.

*CIRCUITOS INTEGRADOS*

Rectificador: puente rectificador B250 C1000.
IC1-78xx, tensión según tabla.
IC2-79xx, tensión según tabla de valores.

*VARIOS*

Transformador doble, tensión de salida y corriente según necesidades.
Circuito impreso TADELEC 031/85.
Interruptor.
Portafusibles y fusible según corriente de entrada.

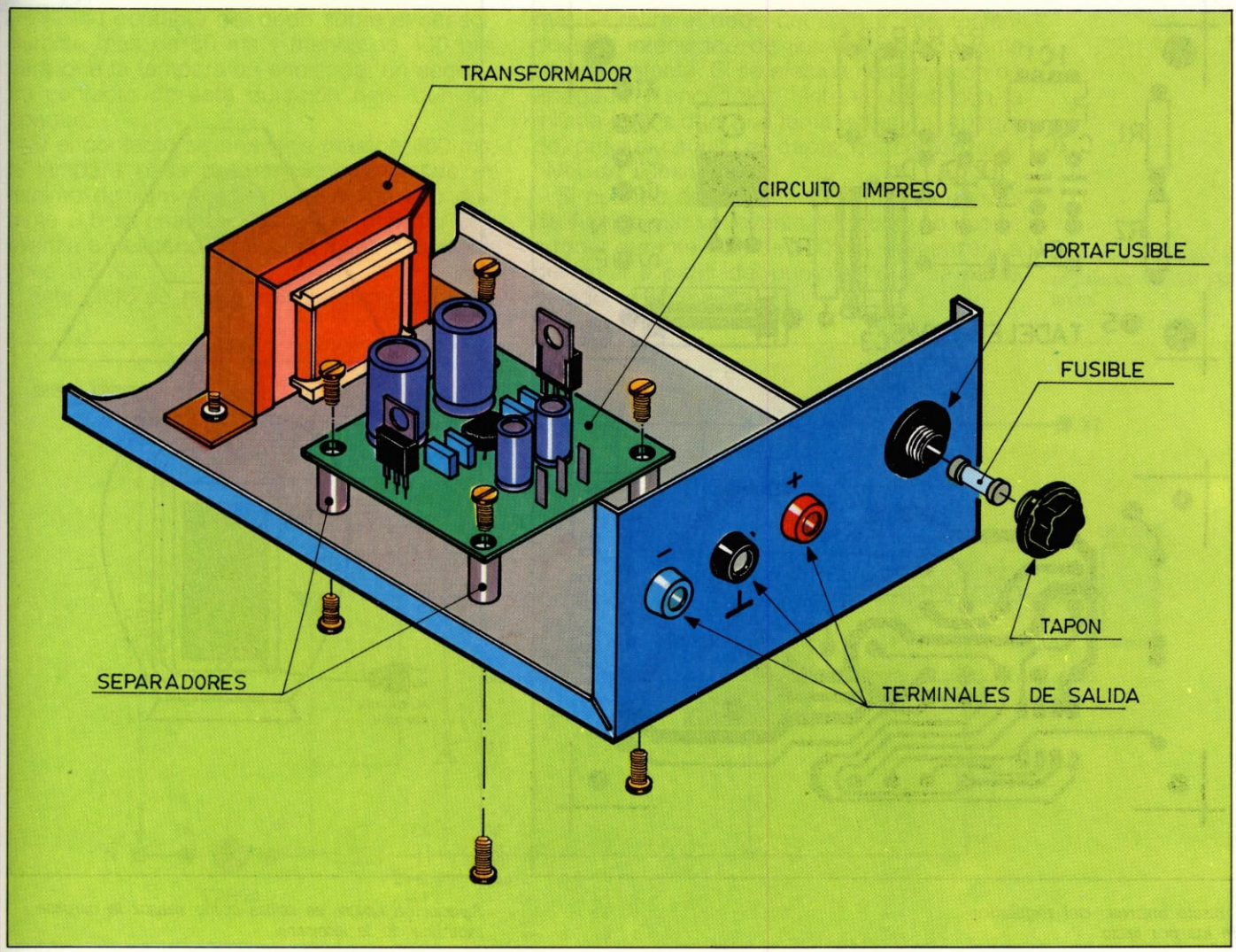
*FUENTE DE ALIMENTACION POSITIVA*

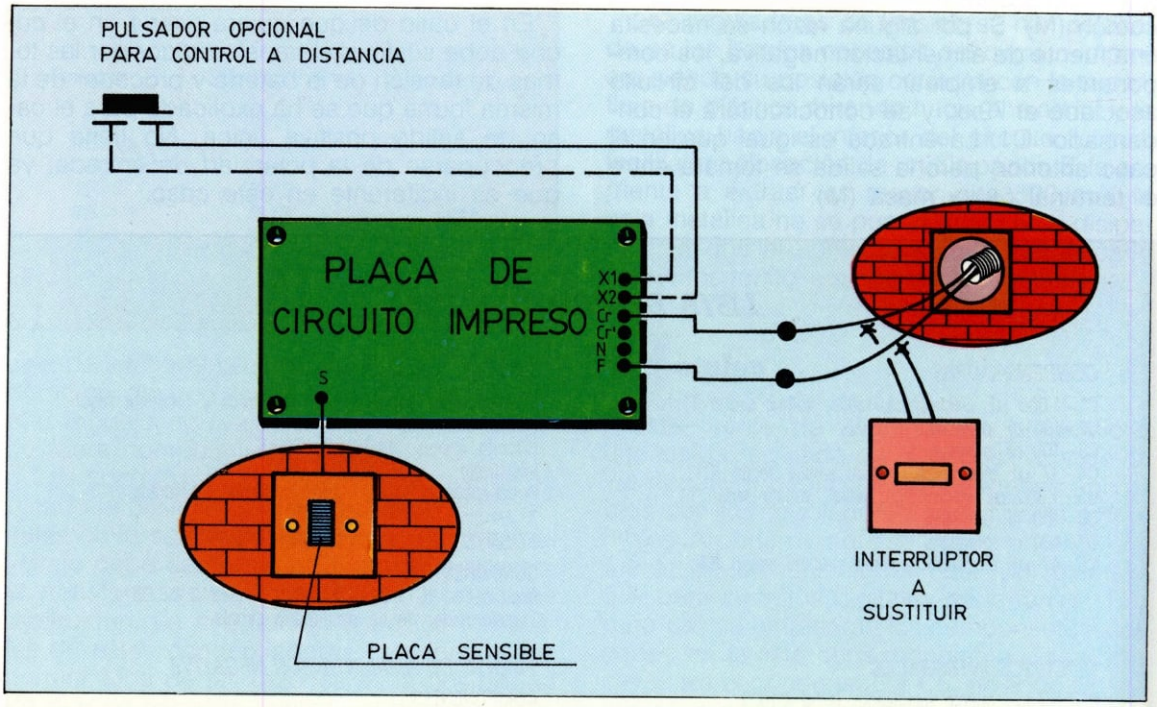
COMPONENTES
Rectificador, IC1, C1, C2, C3, C4, puente en C5.
Transformador de un secundario simple.

*FUENTE DE ALIMENTACION NEGATIVA*

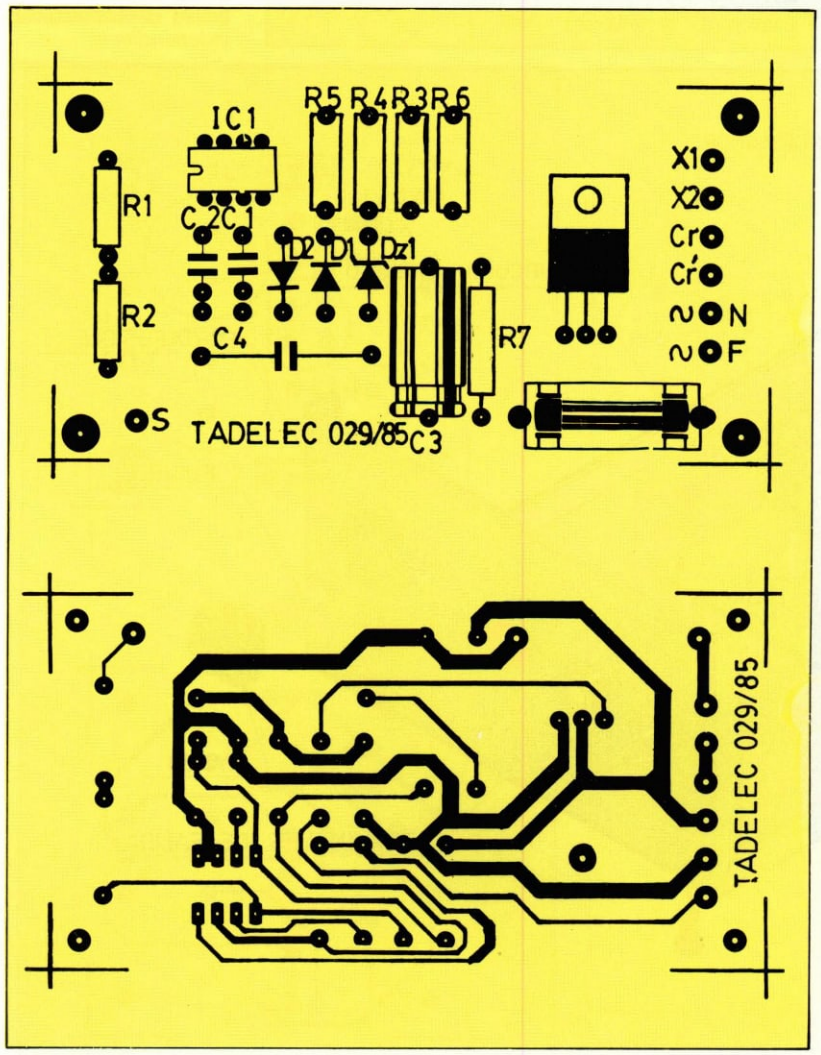
COMPONENTES
Rectificador, IC2, C5, C6, C7, C8, puente en C1.
Transformador de secundario simple.

*Disposición mecánica recomendada para el supuesto de que se desee emplear como fuente de alimentación independiente*

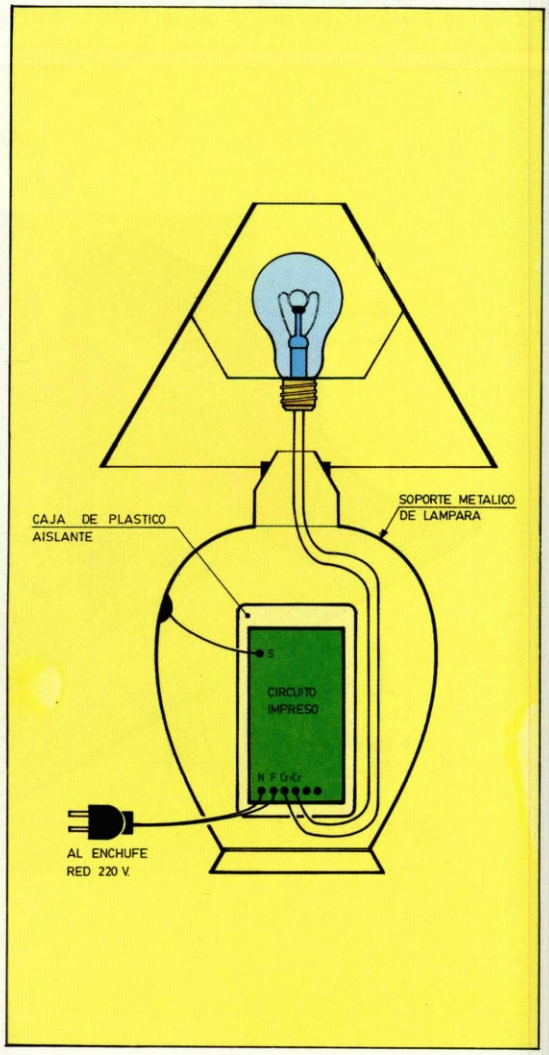





*Sustitución de un interruptor clásico, por el control electrónico.*




*Circuito impreso del regulador de luz por tacto.*




*Aplicación típica; se utiliza como sensor la carcasa metálica de la lámpara.*

# REGULADOR DE LUZ POR TACTO

MONTAJE

**DIFICULTAD:** ☆
**COSTO:** ○
**TIEMPO:** □

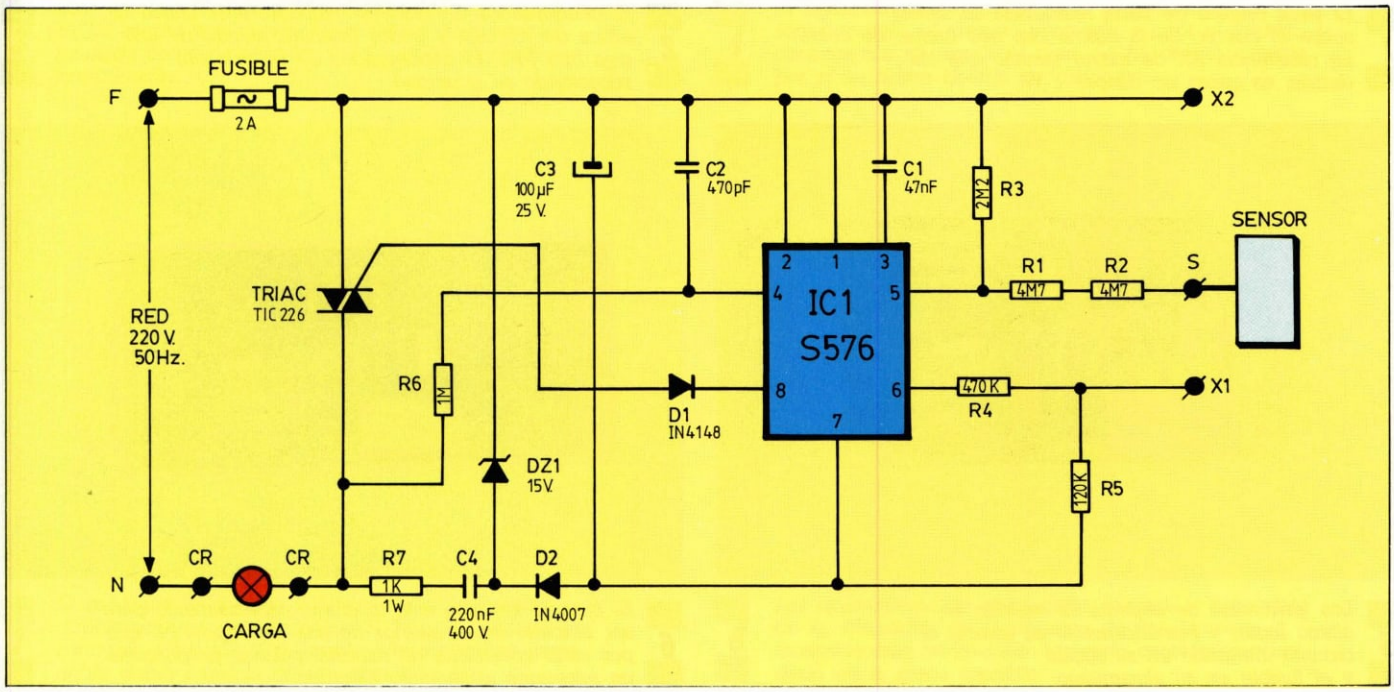
*El pequeño circuito integrado S576B, fabricado por Siemens con tecnología PMOS, facilita la construcción de un sofisticado regulador de luz que no incorpora elementos mecánicos ni potenciómetros. El encendido, apagado y ajuste del nivel de iluminación se realiza haciendo contacto con un dedo sobre un sensor metálico de fácil construcción. Los componentes adicionales son poco numerosos y de bajo coste.*

El contacto del dedo sobre el sensor durante más de 50 ms y menos de 400 ms hará que la lámpara se encienda; un segundo contacto de esta duración hará que se apague.

Si el contacto se prolonga más de 400 ms la lámpara pasa progresivamente desde el mínimo de iluminación hasta el máximo durante 3,5 s; cuando alcanza el máximo comienza a descender hasta el mínimo durante otros 3,5 s.

Este ciclo se repite indefinidamente hasta que se retire el dedo del sensor, manteniéndose la intensidad de iluminación que tenía en ese instante. Si se efectúa la operación de apagado y encendido, éste se hace con la misma intensidad que tenía antes del apagado, pues el circuito es capaz de memorizar el nivel de iluminación.

Si cuando estábamos aumentando el nivel de iluminación se levanta el dedo y se vuelve a tocar durante más de 400 ms, comenzará a disminuir a partir del punto en que se había dejado, o viceversa.




*Esquema eléctrico del regulador de luz por tacto.*

## Descripción del circuito

Se ha logrado montar en una pequeña placa de circuito impreso todos los componentes necesarios para el correcto funcionamiento del regulador.

La tensión de alimentación del circuito integrado S576B se obtiene fácilmente debido al poco consumo del mismo. La resistencia R7 y el condensador C4 rebajan la tensión de red hasta el valor que se necesita, el diodo Zener DZ1 asegura la estabilidad de tensión a 15 V, el diodo D2 efectúa un rectificado, y el condensador C3 el filtrado de la tensión de alimentación.

La patilla 8 gobierna la puerta del triac determinando las condiciones de conducción del mismo; el diodo D1 protege al circuito integrado de transitorios peligrosos.

La patilla 5 recibe la señal del sensor a través de dos resistencias de protección R1 y R2. El valor óhmico de la resistencia R3 determina la sensibilidad del circuito.

El circuito se sincroniza con la frecuencia de red por la patilla 5, intercalando una resistencia de protección R6, que junto al condensador C2 forma un filtro paso bajo que impide el paso al circuito de señales parásitas de alta frecuencia.

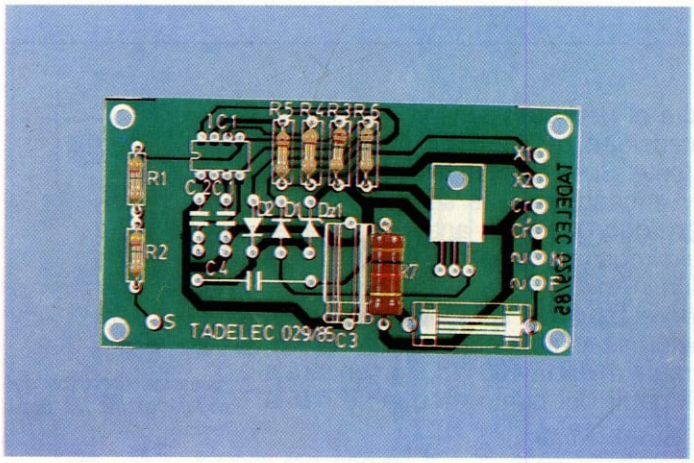
El condensador C1 determina la duración del ciclo de regulación.

La patilla 6 se destina a posibles ampliaciones del circuito, de manera que los bornes señalados como X1 y X2 pueden unirse a un pulsador posibilitando el control a distancia del circuito.

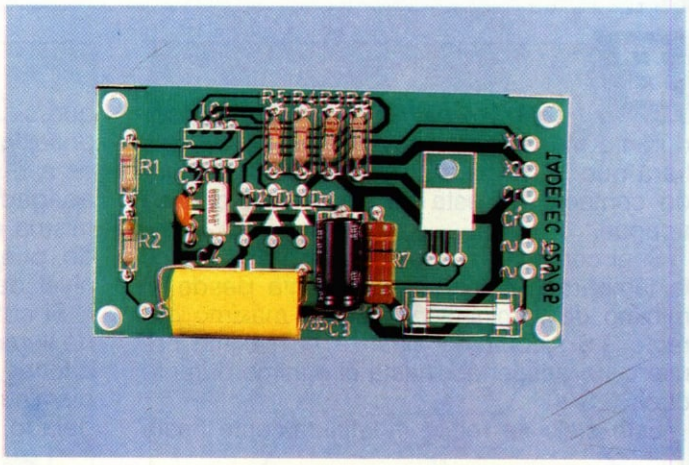
## Montaje del regulador

Cada componente se instala en el lugar que se le ha reservado en la placa de circuito impreso, teniendo en cuenta la polaridad del condensador electrolítico C3, la de los diodos y la orientación del circuito integrado.

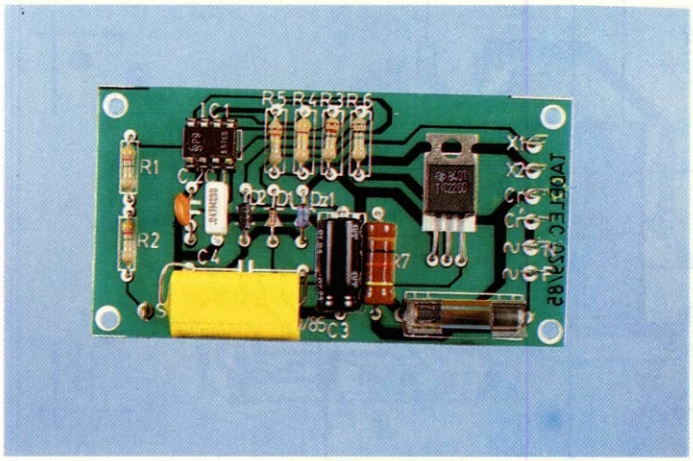
Es conveniente asegurarse de que las re-



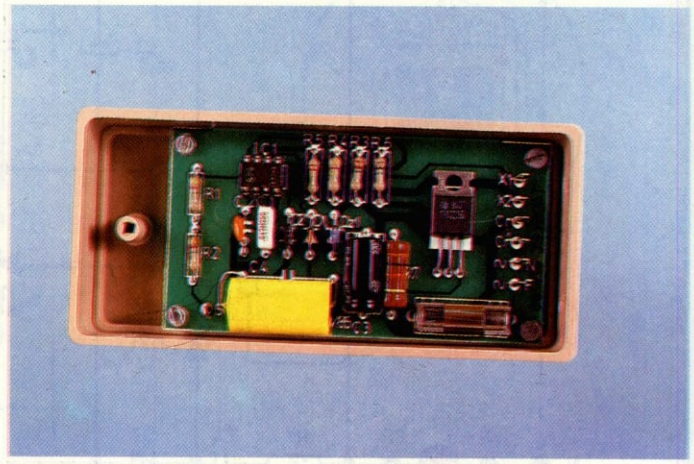

**1** *El valor óhmico de cada resistencia se señala sobre el cuerpo de la misma con tres franjas de color. La resistencia R7, de mayor tamaño que las demás, es capaz de disipar 1 W.*




**2** *El condensador C4 debe ir tumbado, para limitar la altura de montaje y poder instalarlo dentro de una caja tipo PP4. El condensador C3 se colocará respetando su polaridad.*




**5** *Los terminales de espadín se sueldan en último lugar, y posteriormente se inserta el circuito integrado en su zócalo y el fusible en su alojamiento.*



**6** *El circuito impreso está diseñado especialmente para ser ubicado en el interior de una caja tipo PP4, que por estar construida de material plástico proporciona un excelente aislamiento eléctrico.*

sistencias R1 y R2 son de 4M7, fijándose bien en las franjas del código de colores. El condensador C4 debe soldarse tumbado, para que la altura total del montaje sea tal que pueda introducirse en una caja PP4, que al estar construida en plástico, material aislante, es idónea para este tipo de dispositivos.

El cable que une el sensor con el terminal S de la placa no debe ser entrelazado con los otros cables de conexión.

Este circuito se alimenta directamente de la red, por lo cual se utilizan los terminales marcados con F y N.

La lámpara o conjunto de lámparas que se desean controlar se conectan a los terminales marcados Cr.

El fusible a utilizar será de 2 A, con lo cual la carga máxima es de 400 W; en caso de no sobrepasar los 200 W no es necesario el empleo de disipadores de calor para el triac.

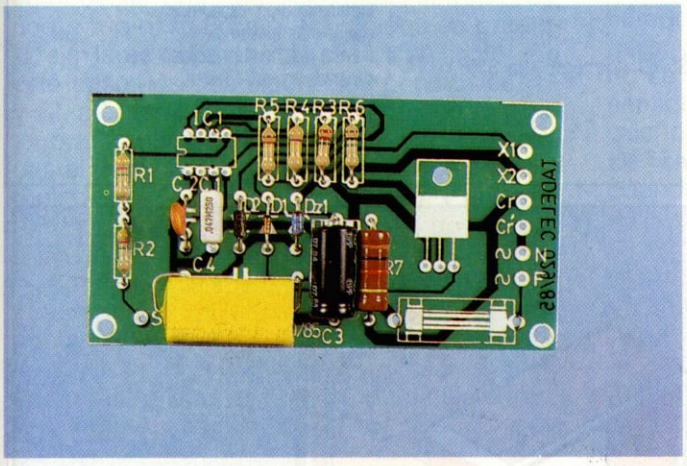
El metal utilizado en el sensor debe ser inoxidable; se puede construir fácilmente a partir de un pequeño rectángulo de placa de las utilizadas en la fabricación de circuitos impresos, estañando totalmente la superficie de cobre de la misma.

Este circuito no precisa ningún tipo de ajuste, si bien para un correcto funcionamiento la carga conectada no debe ser inferior a 25 W para asegurar que la corriente que circula por el triac sea siempre superior a la de mantenimiento, evitando así parpadeos e intermitencias en el alumbrado.

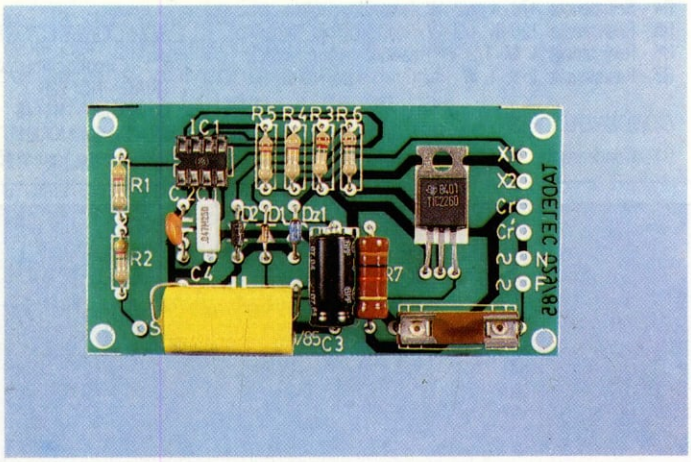
En raras ocasiones puede ser que al cambiar las conexiones de fase y neutro entre sí, el circuito no obedezca, o sea, que no encienda, o que no se apague. Si sucede así, se invertirán las conexiones extrayendo la clavija del enchufe de red y dando la vuelta.

## Algunas aplicaciones

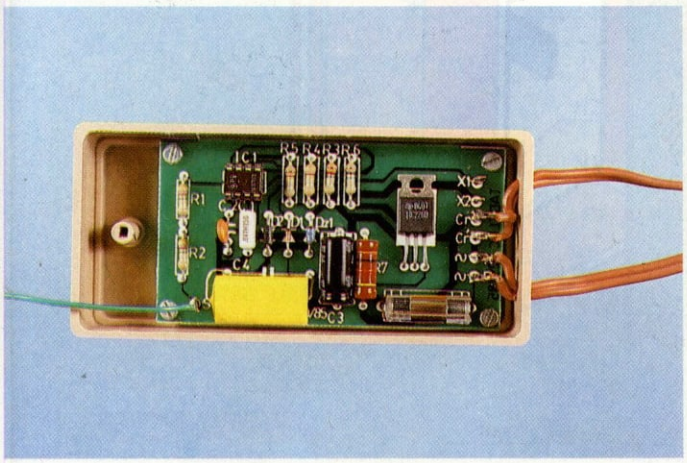
Siempre que el volumen sea suficiente, se puede instalar el regulador en el interior del cuerpo de una lámpara y sacar el sensor al exterior mediante un único cable, de mínima



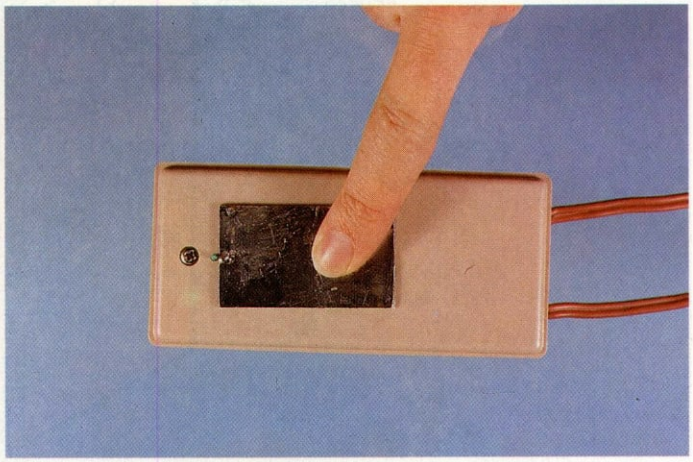

**3** *Este montaje incorpora tres diodos diferentes entre sí. El D1 es de baja corriente, el D2 es de potencia montado como rectificador y DZ1 es un diodo Zener estabilizador.*




**4** *El siguiente paso consiste en la soldadura de los soportes para el circuito integrado y para el fusible. A continuación se instala el triac. Se ha dejado espacio por si se desea dotarlo de disipador.*




**7** *El cableado es mínimo y fácil. La red se conecta directamente a los terminales (F, N) y la lámpara a controlar a los (Cr, Cr), empleando en ambos casos cable doble paralelo de uso común.*



**8** *Las operaciones de encendido, apagado y regulación de la intensidad de iluminación de una lámpara incandescente se realizan haciendo contacto con un dedo en la placa sensible.*

sección, pues la corriente que circula por él es despreciable. Si la carcasa de dicha lámpara es metálica puede utilizarse como sensor, uniéndola al terminal S por medio de soldaduras, o aprovechando algún tornillo o tuerca de la misma en ambos casos, y como medida precautoria es conveniente utilizar la caja de plástico aislante para evitar toda clase de contactos accidentales.

Otra opción es conectar el montaje a los dos cables de un interruptor en sustitución de éste, uniendo los mismos a los terminales F y Cr.

No es conveniente conectar varias placas sensibles a un mismo regulador, pues se podría producir el funcionamiento espontáneo del sistema.

En el diseño se han previsto dos terminales de control auxiliares X1 y X2. Uniendo ambos por medio de un pulsador (por ejemplo, de los utilizados para un timbre) se controlan las mismas funciones que con el sensor, pudiendo utilizarse ambos sistemas a la vez. Estos terminales se utilizan cuando se quiere controlar el punto de luz desde un lugar relativamente alejado de la placa.

Pueden conectarse a la salida de un relé activado por un circuito exterior, aumentando de este modo la posible gama de aplicaciones.

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 - Resistencia 4M7 1/2 W (amarillo, violeta, verde).
R2 - Resistencia 4M7 1/2 W (amarillo, violeta, verde).
R3 - Resistencia 2M2 1/2 W (rojo, rojo, verde).
R4 - Resistencia 470 K 1/2 W (amarillo, violeta, amarillo).
R5 - Resistencia 120 K 1/2 W (marrón, rojo, amarillo).
R6 - Resistencia 1 M 1/2 W (marrón, negro, verde).
R7 - Resistencia 1 K 1 W (marrón, negro, rojo).

*CONDENSADORES*

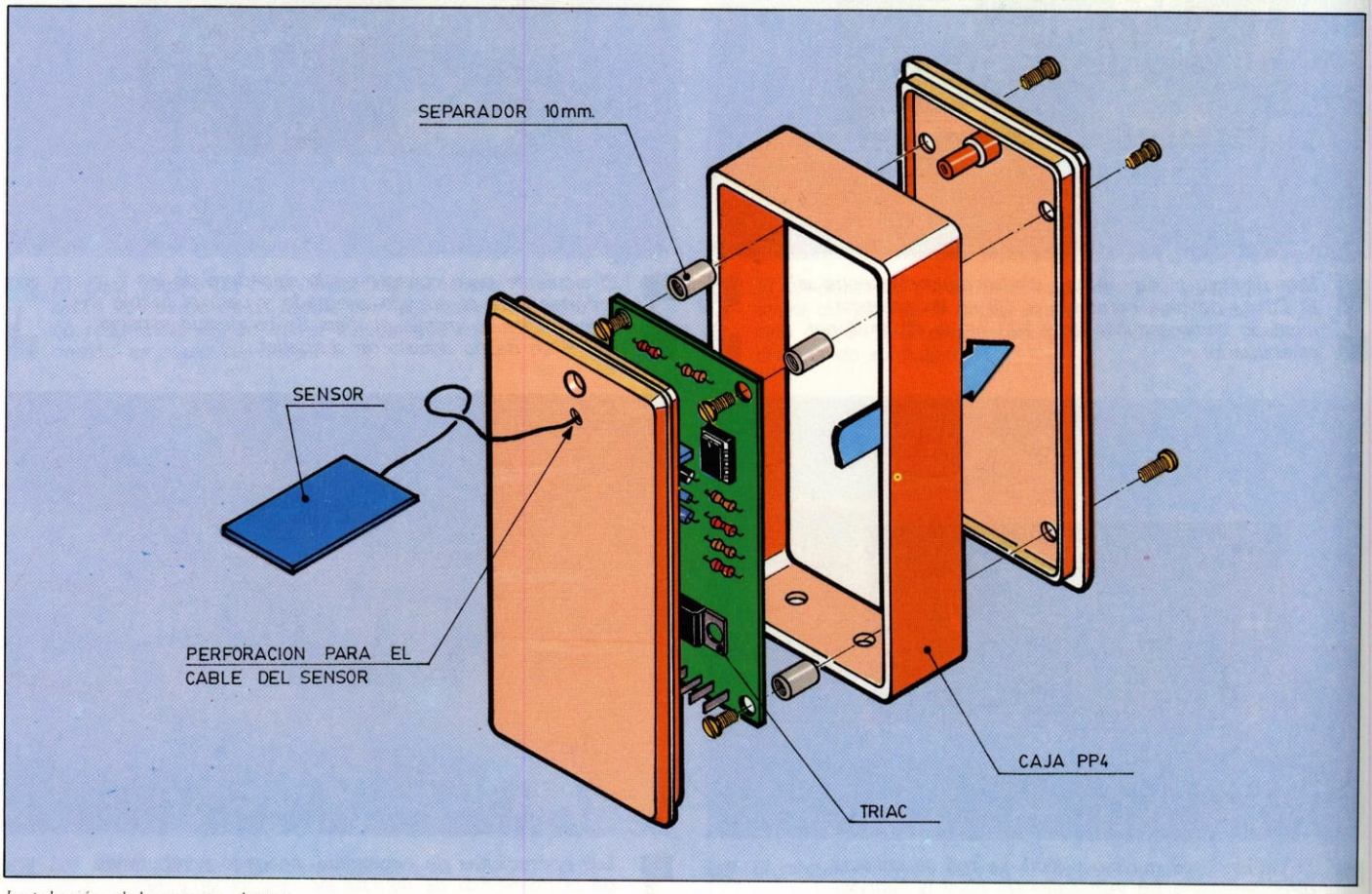
C1 - Condensador 47 nF poliéster, 100 V.
C2 - Condensador 470 pF poliéster axial, 25 V.
C3 - Condensador 100 µF electrolítico axial, 25 V.
C4 - Condensador 220 nF poliéster, 400 V.

*SEMICONDUCTORES*

IC1 - Circuito integrado S576B (Siemens). (No S566.)
TRIAC - TIC 226.
D1 - Diodo 1N4148.
D2 - Diodo 1N4007.
DZ1 - Diodo Zener 15 V, 1,3 W.

*VARIOS*

— 1 zócalo para circuito integrado de 8 patillas.
— 1 portafusibles para circuito impreso.
— 1 fusible de 2 A.
— 7 terminales tipo espadín.
— 1 clavija red macho aérea.
— 1 clavija red hembra aérea.
— 4 separadores de 10 mm.
— 8 tornillos de 5 mm.
— 1 caja PP4.




*Instalación del circuito dentro de la caja recomendada.*

# TRIAC Y DIAC

*El objetivo principal por el que se desarrolló el triac fue la necesidad de tener un elemento similar al tiristor; es decir, la necesidad de un interruptor controlado, pero extendido al campo de la corriente alterna. Como consecuencia de ello, también se desarrolló el diac, elemento auxiliar muy útil para disparar el triac.*

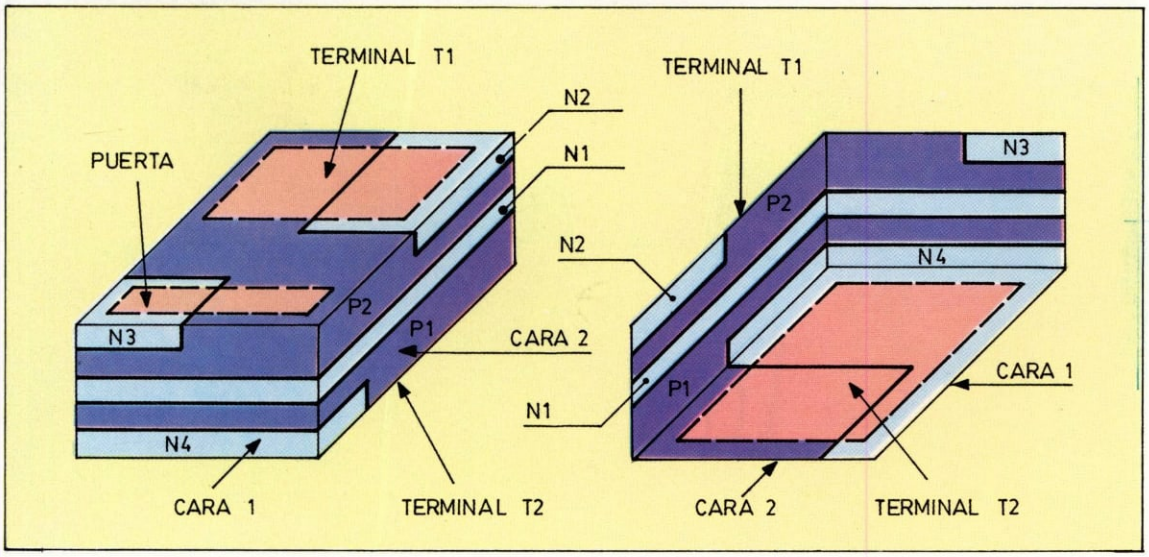
Su nombre en inglés *(Triode AC)*, o triodo de corriente alterna, da lugar a la palabra *triac*, abreviatura de dicho nombre, y es un componente semiconductor controlado para uso en corriente alterna, que dispone de tres electrodos para su funcionamiento.

La estructura interna se asemeja a la conexión de los tiristores en antiparalelo, al estar compuesta por dos sistemas interruptores, uno p-n-p-n y otro n-p-n-p, unidos en paralelo, similares cada uno de ellos a un tiristor. En este caso, los dos electrodos principales, T1 y T2, pierden la denominación de ánodo y cátodo al trabajar con tensión alterna. Conectadas al terminal T2 se encuentran dos zonas o regiones, una p (P1) y otra n (N4); y al terminal T1 aparecen conectadas otras dos zonas, una n (N2) y otra p (P2). Para el contacto de la puerta de disparo del dispositivo, existe otra región n (N3) y la anterior denominada como P2. Finalmente, hay una intermedia de tipo n (N1). El terminal T1 es el que se toma como referencia para la medida de las tensiones y corrientes de los terminales T2 y de puerta.

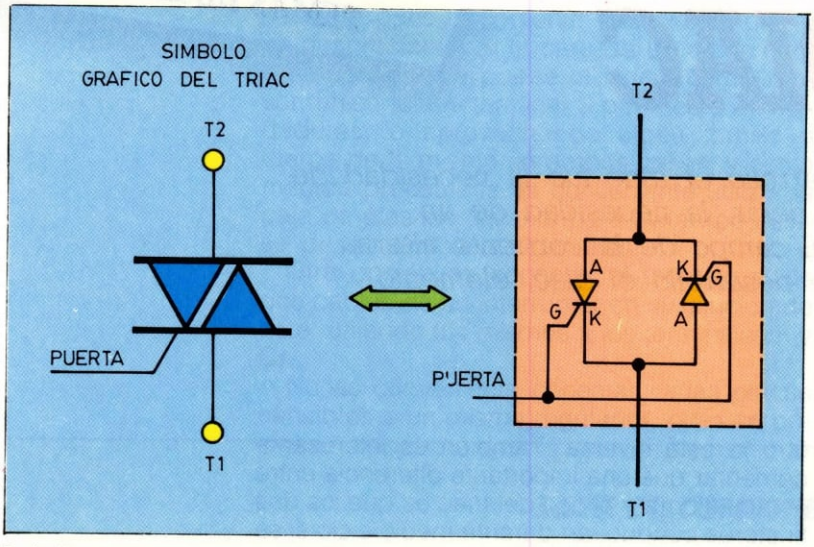
Sobre la analogía de dos tiristores en antiparalelo, conviene recordar que se conectan de tal forma que cuando sobre uno de ellos está aplicada una tensión directa, sobre el otro lo está inversa. También es interesante comentar que una importante diferencia entre esta analogía y el uso del triac es que los dos tiristores conducirán durante medio ciclo si se les dispara adecuadamente, bloqueándose cuando la corriente cambia de polaridad, y dando como resultado final la conducción completa de la corriente alterna. En cambio, al triac hay que cortarle durante el breve tiempo que la corriente de carga pasa por cero, ya que con aplicar sólo tensión inversa no se bloquea, al poder conducir en los dos sentidos. Esto implica la pérdida de un pequeño ángulo de conducción, que en el caso de cargas puramente resistivas, es decir, cuando la corriente va en fase con la tensión, no supone ningún problema. En el caso de cargas inductivas, es decir, bobinas y motores, se debe tener en cuenta en el diseño del circuito, que en el momento de pasar la corriente por cero no coincide con el cero de tensión, apareciendo entre los terminales un impulso de tensión.

## Disparo del triac

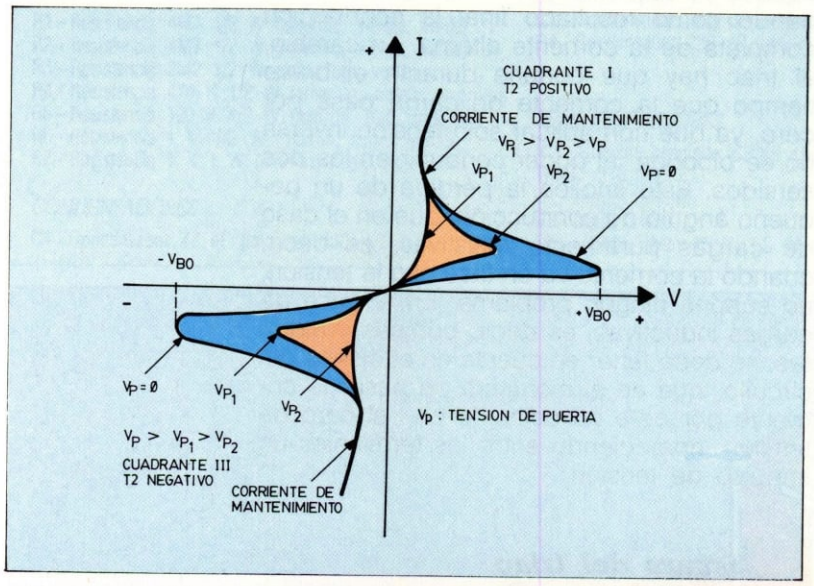
Existe un gran número de posibilidades para hacer en la práctica el disparo de un triac,




*Estructura interna de un triac, en la que se observan en tres dimensiones todas las regiones o zonas semiconductoras que contiene.*




*Símbolo gráfico y analogía con dos tiristores en antiparalelo del triac.*




*Curvas características corriente-tensión entre los terminales T1-T2 para varias tensiones de puerta del triac.*

eligiéndose aquella que resulte más adecuada para la aplicación concreta que se quiera realizar. Vamos a resumirlas en dos básicas: disparo por corriente continua, y por corriente alterna.

En el primer caso, la tensión de disparo se saca de una fuente de alimentación de continua aplicada a la puerta del triac a través de una resistencia limitadora de la corriente.

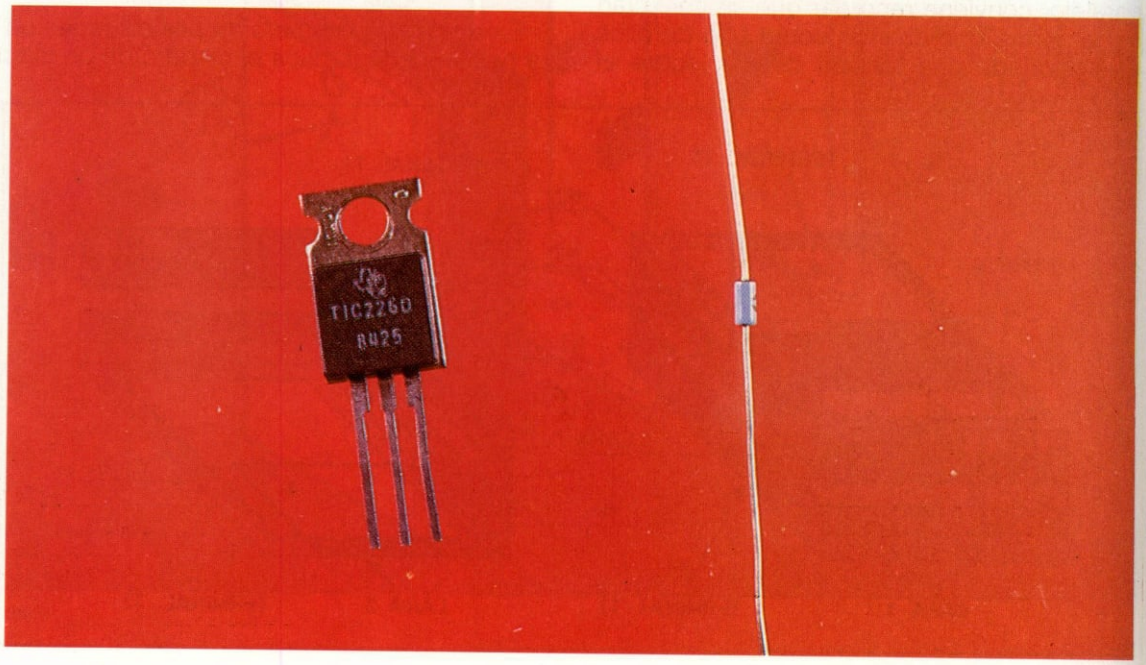
El sistema de disparo por corriente alterna se puede realizar por medio de un transformador adecuado, que suministre la tensión de disparo, o bien directamente a partir de la misma red con una resistencia limitadora de la corriente de puerta y algún elemento interruptor que entregue la excitación en la puerta en el momento preciso.

Un componente muy utilizado y socorrido para disparar un triac es el llamado *diac* (del inglés *Diode AC).*

## Curvas características del triac

Las curvas características son semejantes a las del tiristor cuando éste trabaja con tensión directa, pero extendidas al tercer cuadrante en el que tanto la corriente como la tensión son negativas. En las curvas se observa la máxima tensión que puede soportar ($V_{BO}$) sin entrar en conducción, con lo que obtenemos el límite de tensión alterna pico a pico que podemos controlar.

En estas curvas se representa en el eje horizontal la tensión entre el terminal T2 y T1, y en el eje vertical la corriente. Estas características, junto con su versatilidad y la simplicidad de su utilización, le hacen ideal para una amplia variedad de aplicaciones relacionadas con el control de corrientes alternas.




*Triac de baja potencia, pudiéndose montar en disipador. A la derecha, un diac.*

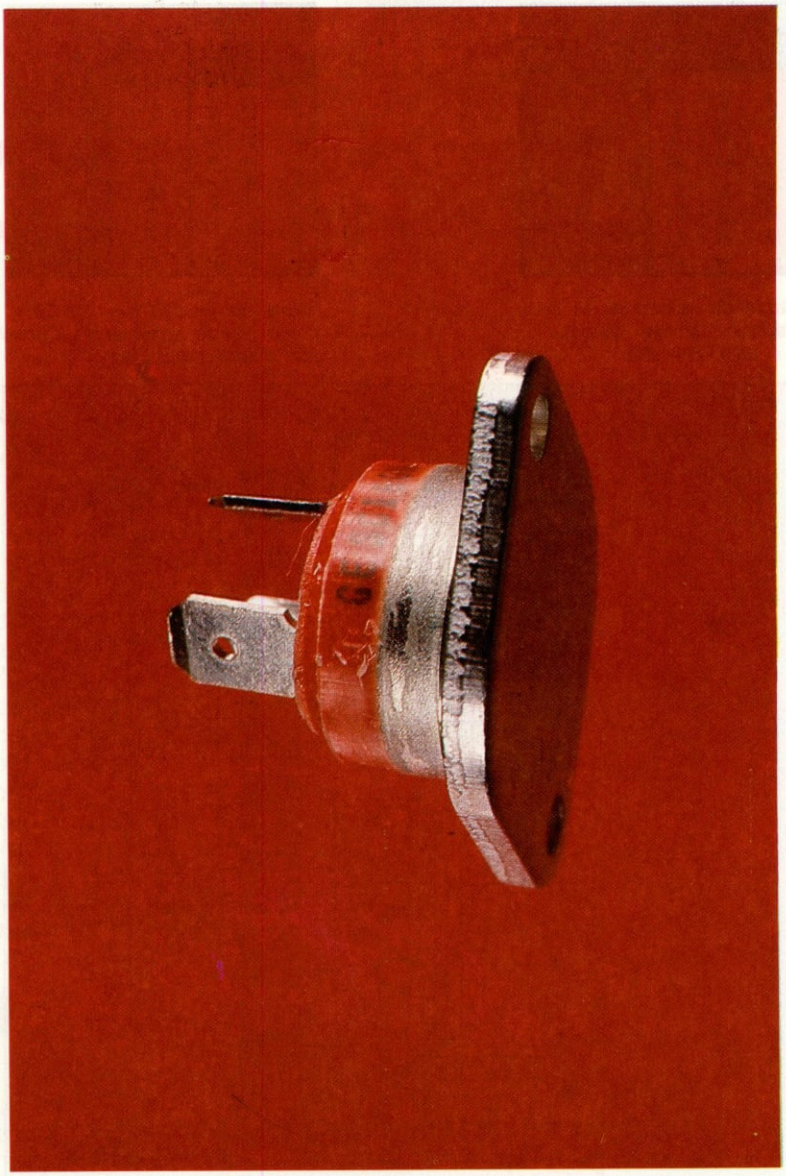
## El diac

Este componente es un dispositivo formado por una estructura interna parecida al triac, con la particularidad de no tener el electrodo de puerta, siendo la única forma de disparo posible por aplicación entre sus terminales de una tensión superior a la del punto de disparo, que una vez superada cae a un bajo valor de mantenimiento.

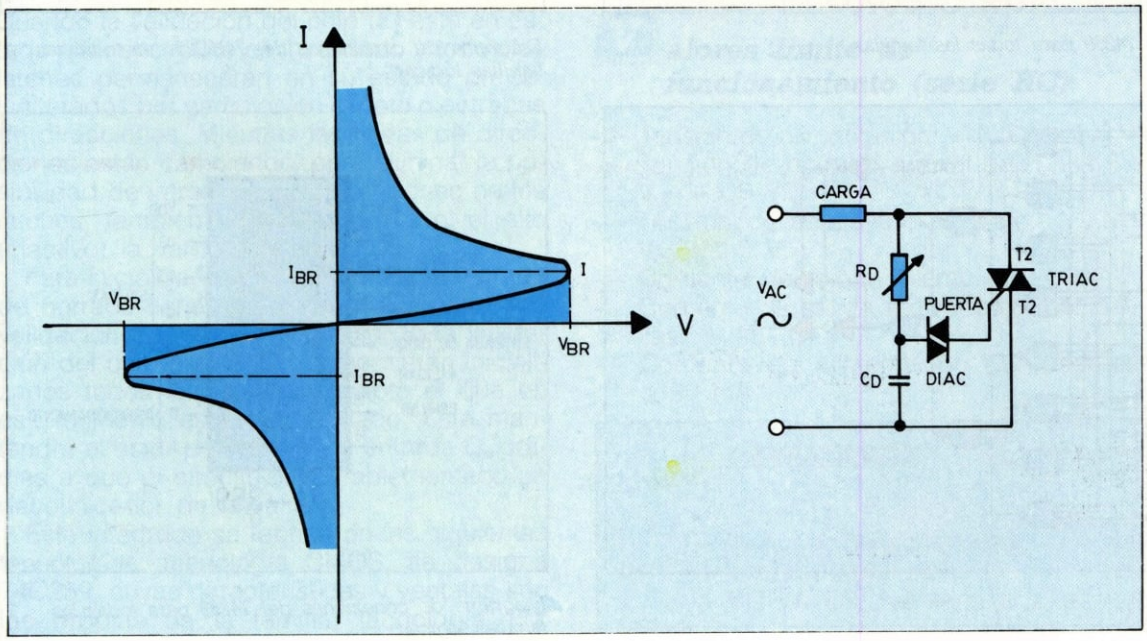
La tensión de ruptura ($V_{BR}$) de un diac es relativamente baja, tan sólo unos pocos voltios, y se comporta como un componente bidireccional, tanto para el disparo como para la conducción, por lo que es un dispositivo muy útil para usarlo con corriente alterna.

El diac se utiliza habitualmente en circuitos de disparo para triac, empleándose normalmente en dispositivos que hacen un control de fase de la corriente del triac, de manera que sólo se aplica tensión a la carga durante una parte del ciclo correspondiente de alterna. Estos sistemas se utilizan para control de velocidad de motores, calefacción eléctrica, iluminación variable, etc.

La forma más sencilla de hacer estos controles es como se indica en la figura, en la que se representa un circuito en el cual la resistencia variable $R_D$ carga el condensador $C_D$ hasta que se llega a la tensión de disparo del diac, realizándose a través de él la descarga del condensador, cuya corriente alcanza la puerta del triac y le pone en estado de conducción. Este proceso se produce una vez durante el semiciclo positivo y otra durante el negativo. El momento del disparo puede ajustarse con el valor de $R_D$, variando el tiempo de conducción del triac y, por tanto, el valor de la tensión eficaz aplicada a la carga, consiguiendo un simple pero muy eficaz control de potencia.



*Modelo de triac cuya cápsula puede montarse sobre radiadores mecanizados por el formato TO-3.*



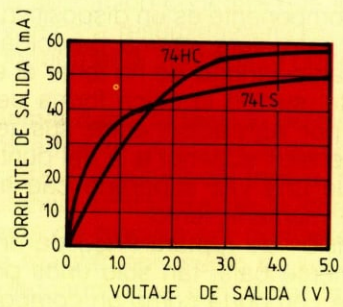

*Curvas características corriente-tensión de un diac, donde se puede observar el efecto de resistencia negativa una vez sobrepasada la tensión de ruptura. A la derecha se ve el esquema de un circuito en el que el triac se dispara por medio de un diac.*

| SELECCION | | | SALIDA DIRECCIONADA |
|---|---|---|---|
| C | B | A | |
| L | L | L | 0 |
| L | L | H | 1 |
| L | H | L | 2 |
| L | H | H | 3 |
| H | L | L | 4 |
| H | L | H | 5 |
| H | H | L | 6 |
| H | H | H | 7 |

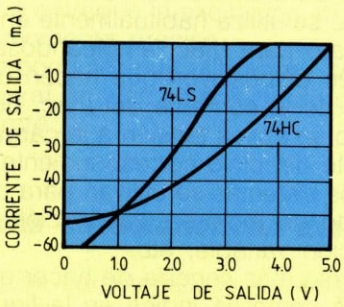
*Tabla de selección de latch dada en niveles lógicos L = Bajo, H = alto.*

| ENTRADAS | | | | SALIDAS | |
|---|---|---|---|---|---|
| SELECCION | | | validación | | |
| C | B | A | S | Y | W |
| X | X | X | H | Z | Z |
| L | L | L | L | D0 | $\overline{D0}$ |
| L | L | H | L | D1 | $\overline{D1}$ |
| L | H | L | L | D2 | $\overline{D2}$ |
| L | H | H | L | D3 | $\overline{D3}$ |
| H | L | L | L | D4 | $\overline{D4}$ |
| H | L | H | L | D5 | $\overline{D5}$ |
| H | H | L | L | D6 | $\overline{D6}$ |
| H | H | H | L | D7 | $\overline{D7}$ |

*Tabla de verdad del 74HC251; como puede apreciarse, Y y W son complementarias.*




*Comparación de la salida de corriente suministrada entre las familias HC y LS.*




*Comparación de las curvas de corriente de absorbida por la salida entre las familias HC y LS.*

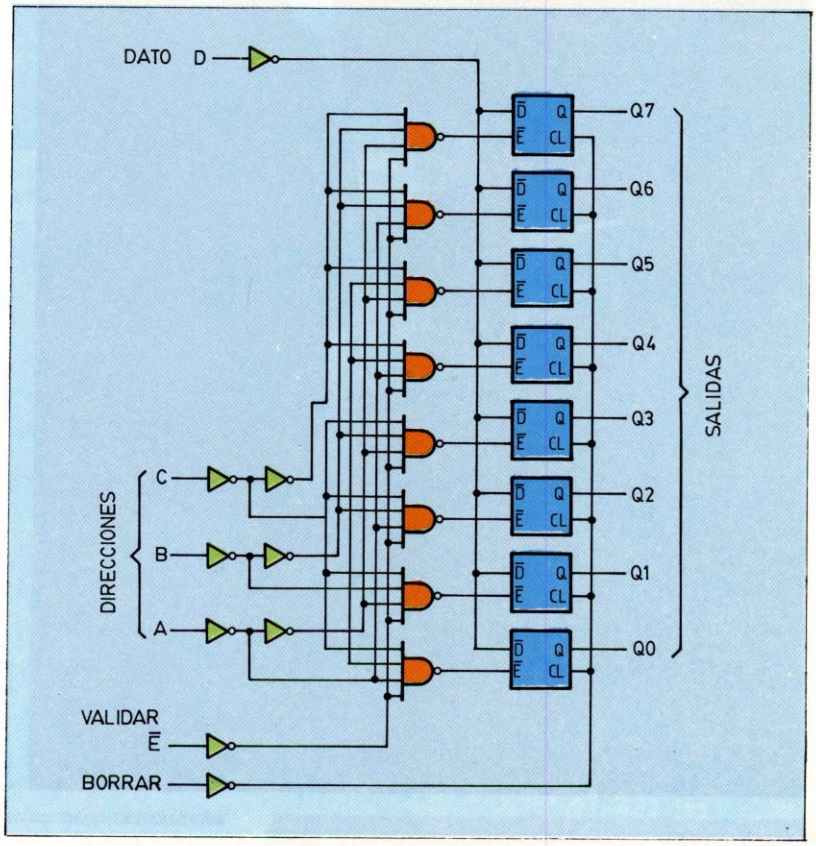



*Diagrama equivalente del 74259 para todas las familias lógicas.*

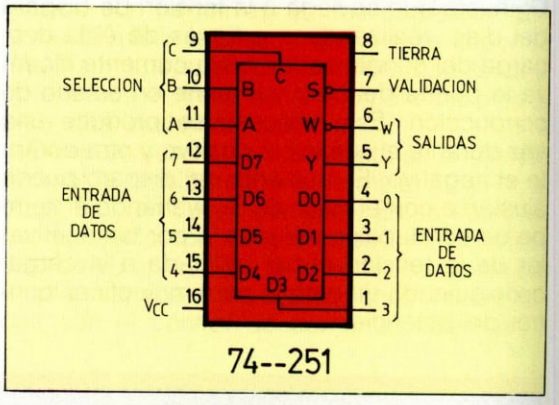
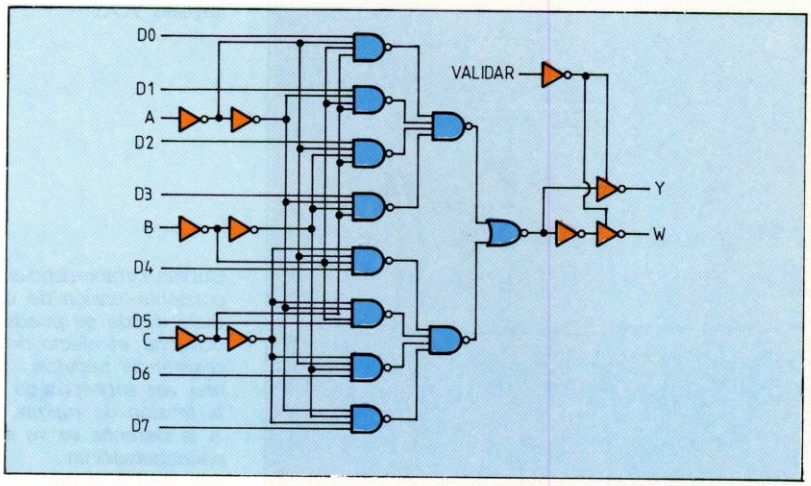



*Diagrama de conexiones del 74HC251 en todas las familias lógicas.*




*Esquema equivalente del 74HC251; A, B, C son las entradas de selección.*

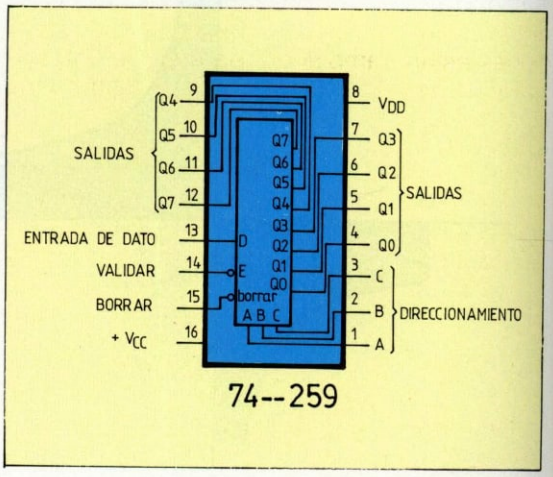



*Diagrama de conexiones del 74259 para todas las familias lógicas.*

# CIRCUITOS INTEGRADOS 74HC259 Y 74HC251

*El circuito integrado 74HC259 es un latch direccionable de 8 bits, diseñado para el propósito general de aplicaciones de almacenamiento de datos en sistemas digitales.*

Es un circuito multifuncional capaz de almacenar una sola línea de datos en 8 latches direccionables, y también decodificar y demultiplexar de 1 a 8 líneas con las salidas activas a nivel bajo.

El integrado 74HC259 tiene una sola entrada para datos (D) y 8 salidas con memoria ($Q_0 \div Q_7$), 3 entradas de direcciones para seleccionar la salida (A, B y C), una entrada de validación del integrado (E), y una entrada común para inicializar los latches (borrar), tal y como podemos ver en el diagrama de conexiones y en el circuito equivalente. Cuando el circuito funciona como latch direccionable, el dato es aplicado en la entrada D, y la dirección del latch en la que va a ser introducido en las entradas A, B y C. Si el integrado está en servicio, es decir, $\bar{E}$ está a nivel bajo, el dato fluye a través de la salida direccionada y estará almacenado mientras $\bar{E}$ pasa de nivel alto a nivel bajo. Los latches que no están direccionados quedarán inalterados. Cuando la validación del chip ($\bar{E}$) está en estado alto, el circuito es invalidado y todos los latches permanecerán en su estado previo, inalterados por cambios en el dato o entradas de direcciones. Mientras las líneas de direcciones están cambiando, para eliminar la posibilidad de introducir un dato erróneo en los latches, también se mantendrá a nivel alto (inactivo) la validación del chip.

Para inicializar todos los latches, la entrada de borrado tiene que estar a nivel bajo y la validación del chip a nivel alto. Si la validación del chip está a nivel bajo, serán inicializados todos los latches excepto el que en ese momento esté direccionado. Este mantendrá el estar presente en la entrada D, gracias a que el circuito lleva implementado un decoficicador de línea.

Este integrado se fabrica en las siguientes tecnologías: tecnología CMOS, se designa 74C259, cuyas características y ventajas son las propias de la familia; tecnología TTL Schottky de baja potencia, bajo tiempo de propagación y alta velocidad, y se denota como 74LS259; y tecnología micro-MOS, 74HC259 también de alta velocidad, fabricado con puertas de silicio tipo P. Las características más importantes de este último son: bajo tiempo de propagación del retardo, del orden de 18 ns; ancho margen de tensiones de alimentación, de 2 a 6 V; corriente de entrada máxima a nivel bajo de 1 μA; corriente de reposo máxima a nivel bajo de 80 μA, como todos los circuitos integrados de la serie 74HC.

## Encapsulado

Este integrado se presenta normalmente en un formato DIL de 16 patillas con cápsula de plástico o cerámica, en Flat-package y en formato DIL reducido.

## Valores límite de funcionamiento (serie HC)

— Tensión de alimentación: − 0,5 a + 7,0 V.
— Tensión de entrada a nivel bajo: − 1,5 a $V_{cc}$ + 1,5 V.
— Tensión de salida a nivel bajo: − 0,5 a $V_{cc}$ + 0,5 V.
— Corriente del diodo Clamp: ± 20 mA.
— Corriente de salida a nivel bajo, por patillas: ± 25 mA.
— Corriente de alimentación por pastillas: ± 50 mA.

**FABRICANTES**

— Fairchild.
— National Semiconductor.
— Texas Instruments.
— SGS/ATES.

— Margen de temperatura de almacenamiento: – 65 a + 150 °C.
— Disipación de potencia: 500 mW.
— Temperatura de soldadura (máximo 10 s): 260 °C.

## Aplicaciones

Este integrado está especialmente indicado en aquellos casos en los que es preciso direccionar un nivel lógico, por ejemplo para conmutar sistemas externos de medida o carga acoplados a ordenadores. También es adecuado para multiplexar cualquier otro tipo de datos, siempre que se empleen niveles lógicos.

## Circuito integrado 74HC251

Este circuito integrado es un multiplexador de ocho canales con capacidad para inhibir la salida, poniéndola en alta impedancia (triestado). La familia CMOS de alta velocidad, se identifica con la denominación HC entre el número del tipo y el número del modelo (74 es el tipo, HC la familia y 251 el modelo). Sus características son similares al 259, siendo este circuito complementario del anterior.

Posee ocho canales de entrada a nivel lógico, los cuales se habilitan mediante tres líneas de selección de datos cuando la señal de validación de salida (strobe) está a nivel lógico 0 (bajo o L de *low* en inglés), el dato de entrada pasa a la salida del buffer, proporcionando éste dos salidas, una directa (Y) y otra invertida (W).

ENCAPSULADO
VALORES LIMITES DE FUNCIONAMIENTO
FABRICANTES
Todos estos datos son iguales que para el 74HC259.

## Aplicaciones

Este integrado se emplea como multiplexador de ocho líneas a una en sistemas de transmisión digital de datos, y en todas aquellas aplicaciones similares que se necesiten.

**C. INTEGRADOS 74HC259 Y 74HC251 — CARACTERISTICAS ELECTRICAS**

| PARAMETRO | | Condiciones | VALORES | | | Unidades | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Denominación | Símbolo | De medida | Mín. | Tip. | Máx. | | |
| Tensión de alimentación | $V_{CC}$ | | 2 | 5 | 7 | V | |
| Tensión de entrada mínima a nivel alto | $V_{IH}$ | | 1,5 | 3,15 | 4,2 | V | |
| Tensión de entrada máxima a nivel bajo | $V_{IL}$ | | 0,3 | 0,9 | 1,2 | | |
| Tensión de salida mínima a nivel alto | $V_{OH}$ | $V_{IN} = V_{IH}$ o $V_{IL}$ $\lvert I_O \rvert \leq 20\ \mu A$ | 1,9 | 4,4 | 5,9 | V | |
| | | $V_{IN} = V_{IH}$ o $V_{IL}$ $I_O \leq 4,0$ mA $V_O \leq 5,2$ mA | | 3,84 | 5,34 | V | |
| Tensión de salida máxima a nivel bajo | $V_{OL}$ | $V_{IL} = V_{IH}$ o $V_{IL}$ $I_O \leq 20\ \mu A$ | 0,1 | 0,1 | 0,1 | V | |
| | | $V_{IN} = V_{IH}$ o $V_{IL}$ $I_O \leq 4,0$ mA $I_O \leq 5,2$ mA | — | 0,33 | 0,33 | V | |
| Corriente de entrada máxima | $I_{IN}$ | $V_{IN} = V_{CC}$ o GND | — | — | ± 1,0 | μA | |
| Corriente de alimentación máxima | $I_{CC}$ | $V_{IN} = V_{CC}$ o GND $I_O = 0\ \mu A$ | — | — | 80 | μA | |
| Duración del retardo dato de salida | $T_{PHL}$ $T_{PLH}$ | | 17 | 50 | 225 | ns | |
| Duración del retardo selección de salida | $T_{PHL}$ $T_{PLH}$ | | 18 | 50 | 220 | ns | |
| Duración del retardo validación de la salida | $T_{PHL}$ $T_{PLH}$ | | 23 | 40 | 200 | ns | |
| Duración del retardo inicializar la salida | $T_{PHL}$ | | 32 | 39 | 190 | ns | |
| Anchura mínima del pulso Reset | $T_W$ | | 14 | — | — | ns | |
| Tiempo mínimo de control del Bus | $T_S$ | | 19 | — | — | ns | |
| Tiempo de subida y bajada en la salida | $t_{TLH}$ $t_{THL}$ | | — | — | 95 | ns | |
| Capacidad entrada | | | — | 5 | — | pF | |

# EL POSICIONAMIENTO DEL BRAZO

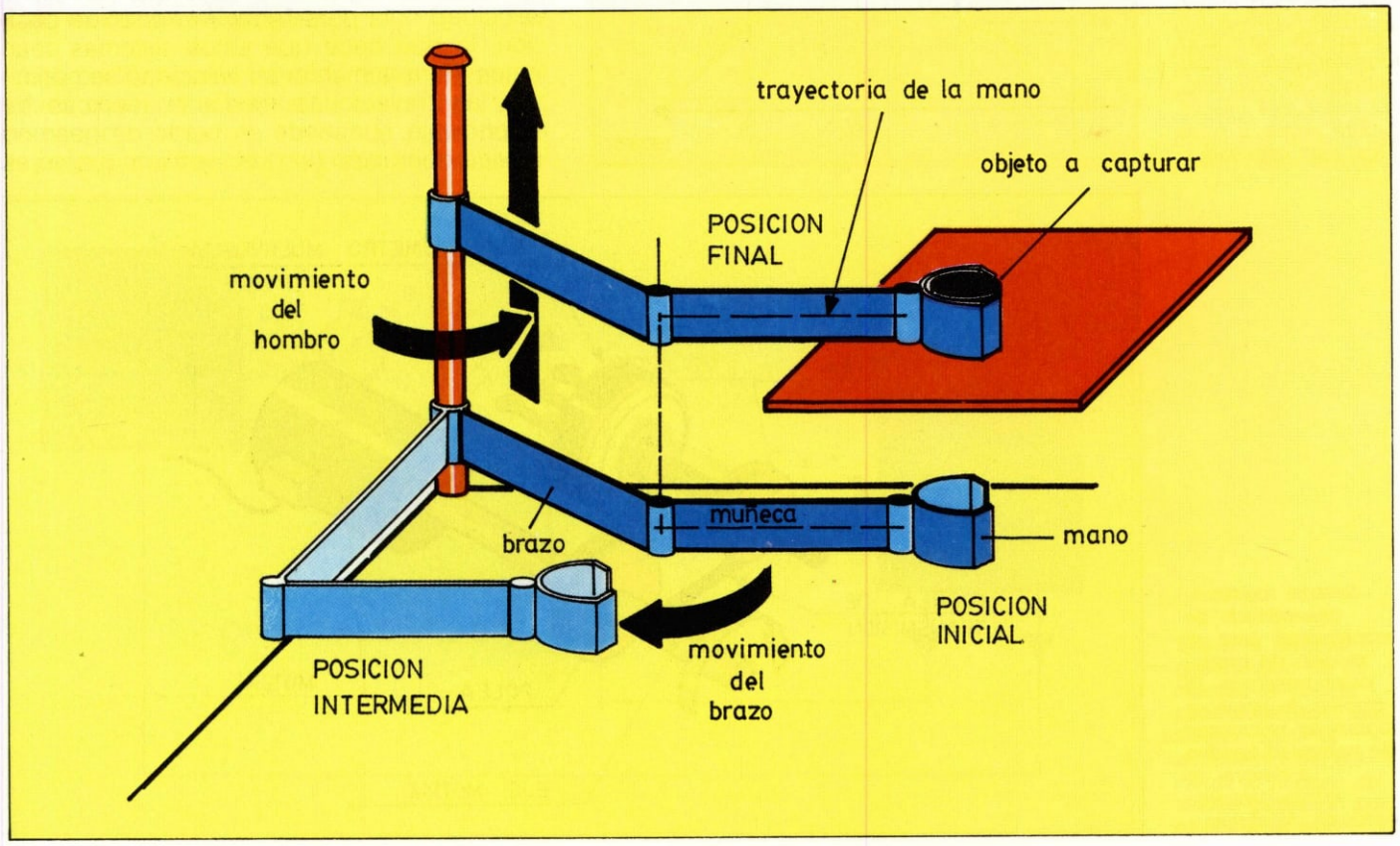
*Cuando se ordena a un robot que su pinza se traslade de un punto A a otro punto B, no se le indican generalmente los lugares por donde debe hacerlo, sino que su sistema de control genera la trayectoria, basándose en un sistema de ecuaciones que contiene su programa monitor, según el tipo de control implementado, el error admisible por el sistema y la velocidad requerida.*

Uno de los problemas que se presentan al monitor es el conocer la posición real del brazo en cada momento; para ello se emplean diferentes sistemas. El método depende en gran parte del tipo de actuador elegido para realizar los movimientos.

## Motores paso a paso

Los motores paso a paso necesitan muy poco software (programa escrito en memoria) y cuentan con la ventaja adicional de no precisar realimentación para conocer su posicio-

*Descripción esquematizada de la trayectoria del brazo de un robot cuando se traslada de un punto a otro salvando un obstáculo cualquiera*



namiento; si el par utilizado es alto, y la frecuencia de trabajo crítica (funcionamiento a la velocidad máxima), cabe la posibilidad de perder algún paso. En este caso es conveniente dotar a estos motores de realimentación, para asegurarse que el número de pasos programados coincide con el dado por el motor, o bien para que la frecuencia de los impulsos no sea superior a la máxima permitida por el motor en ese momento. Este control suele efectuarse en tiempo real, bien sea por métodos analógicos o digitales.

## El control de posición en motores de corriente continua

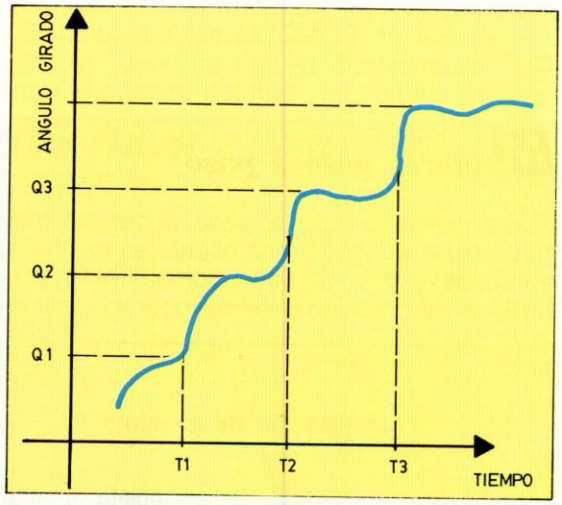
Otro tipo de servos emplean motores de corriente continua, ya estudiados en páginas anteriores. Estos motores cuentan con la ventaja sobre los paso a paso de tener un par motor muy superior, y poder suministrar mayores potencias; sin embargo, el control de posicionamiento de los mismos es más complicado y requiere métodos de superior costo.

Uno de los métodos más utilizados para el control de posición en los motores de corriente continua es el realizado mediante lectura de la velocidad en cada instante y calculando los desglosamientos haciendo la integral de la velocidad. Aunque los métodos de control de velocidad en motores eléctricos ya se estudiaron anteriormente, es necesario decir que éste requiere un sistema de control independiente para cada motor, o bien un sistema híbrido (analógico-digital). Si emplea un solo microprocesador, habrá que multiplexar las entradas y salidas de control, puesto que el sistema debe funcionar en tiempo real.

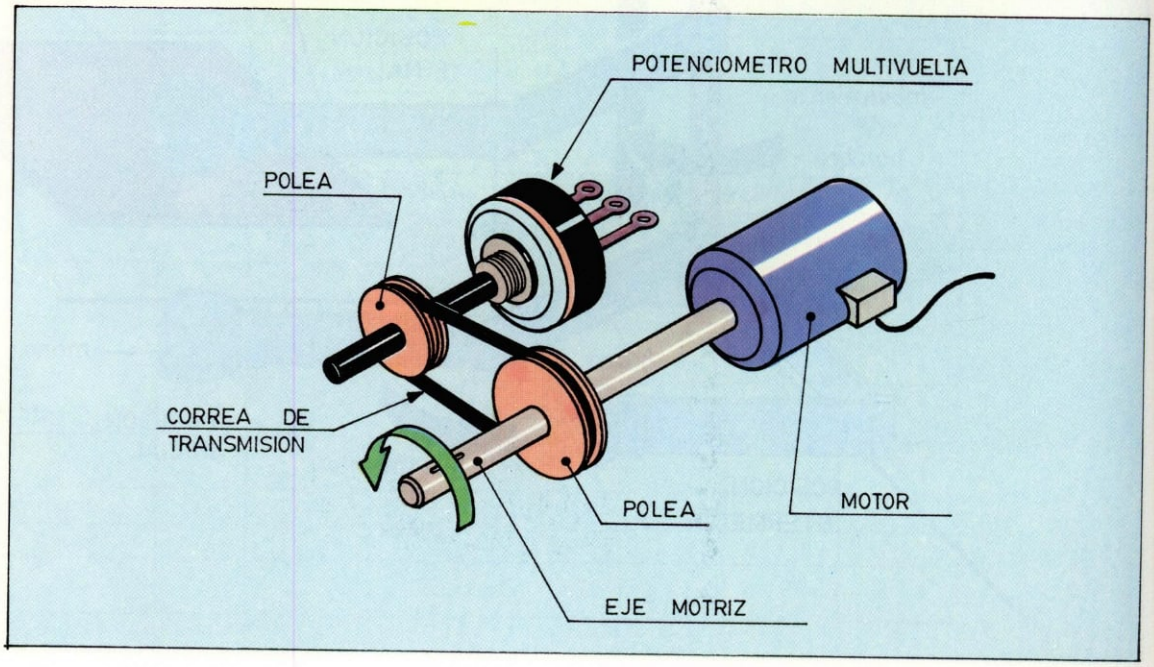
Una manera de reducir el error es emplear sistemas realimentados para el control de posición con parada en cada punto de cambio de dirección. Los choques y las vibraciones generadas por los cambios bruscos de velocidad son indeseables, puesto que introducen inestabilidad temporal en el robot, haciéndolo ingobernable durante el tiempo que dura la vibración.

Los sistemas de control de posición, con parada en los puntos de cambio, requieren que las aceleraciones de arranque y las deceleraciones de parada sean de parecida magnitud, y de suficiente lentitud como para que el robot no se desestabilice.

Cuando el motor llega a un determinado punto de la trayectoria, tiene que hacerlo a velocidad nula para reducir el error de posición, lo que hace que estos sistemas sean lentos. Para aumentar su velocidad se optimizan las trayectorias mediante técnicas de aprendizaje, y cuando un punto de paso no implica operación (lo que significa que no es




*Respuesta de un motor paso a paso a los pulsos de control; el desplazamiento angular siempre es constante. El motor está inmóvil entre pulsos si éstos son muy espaciados.*




*Sistema mecánico generalizado de acoplamiento para un modelo de control potenciométrico. El empleo de poleas o engranajes reductores de velocidad tienden a mejorar el comportamiento mecánico del sistema.*

precisa exactitud en el posicionamiento) se hace pasar por dicho punto a velocidad no nula.

## Sensores de posición

Cuando se desea conocer el desplazamiento o la posición de un eje se emplean sensores adecuados para ello; en general, los principios en los que se basan estos instrumentos son los mismos descritos en el capítulo destinado al control de velocidad. La mayor parte de ellos son analógicos, y requieren para su procesamiento un convertidor analógico-digital; sin embargo, también existen métodos para obtener directamente una señal digital sin necesidad de convertidor. Los más sencillos son los microinterruptores, que solamente se emplean para detectar posiciones extremas.

Existen otro tipo de detectores basados en efectos inductivos, capacitivos y optoelectrónicos; se emplean codificadores incrementales y codificadores absolutos, angulares o lineales, según que el desplazamiento a medir sea el giro de un eje o la traslación a lo largo de una línea recta.

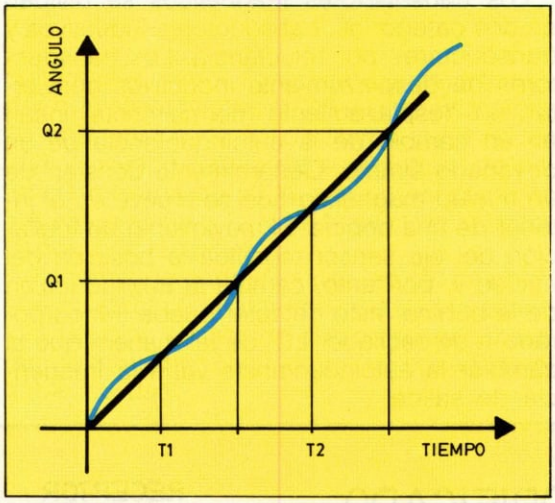
El fundador de IBM, para realizar la lectura de sus famosas fichas perforadas, empleaba un sistema basado en interruptores mecánicos.

## Sensores digitales

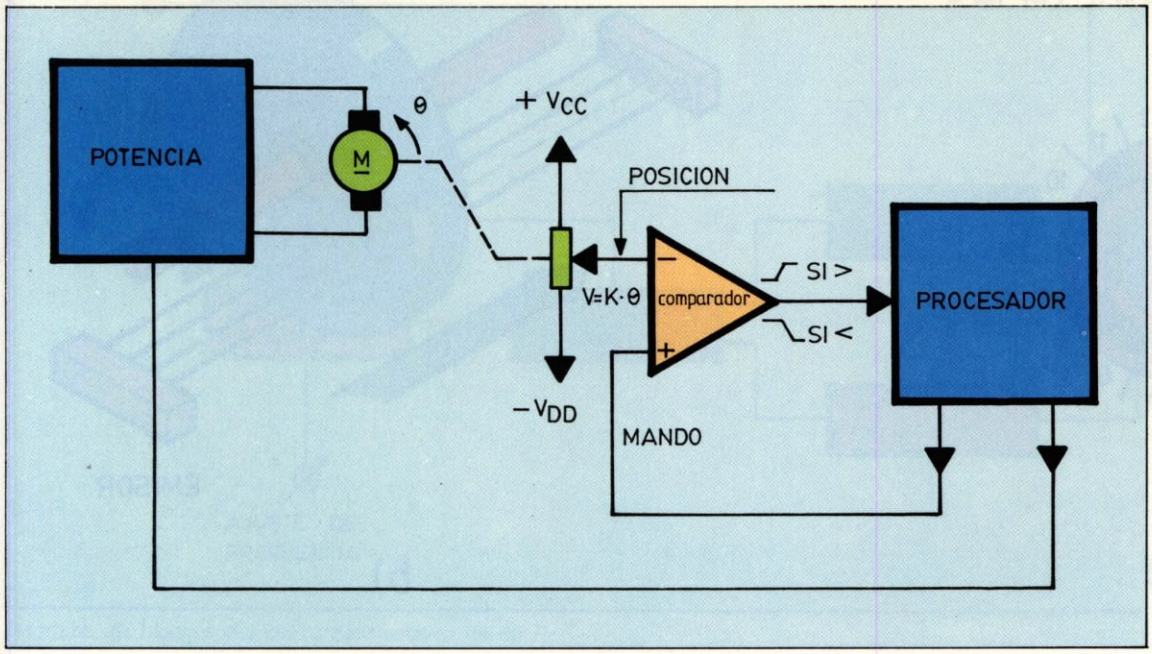
Los codificadores incrementales producen pulsos que son acumulados en un contador (sumador o restador), indicando cada pulso un paso o una fracción de paso; este sistema requiere una memoria adicional y la inicialización del punto de partida cada vez que se desconecta la alimentación de la máquina.

Los codificadores absolutos producen un número codificado en cualquiera de los códigos base 2 empleados en la actualidad: binario natural, BCD, Gray, exceso en tres, etc. El número de pasos que se pueden contabilizar con una vuelta de disco depende del número de bits empleados; por ejemplo, si usamos el código binario sin control de paridad con cuatro detectores, uno por bit, podemos contabilizar 16 pasos por vuelta (2E4=2.2.2.2), empleando una palabra de 5 bits, 32 pasos, y así sucesivamente. No necesitan inicialización.

Los lectores fotoeléctricos y optoelectrónicos más empleados necesitan de un disco o tarjeta perforada, y de tantos elementos lectores como pistas tenga el codificador (longitud de la palabra). Cuando el sistema de lectura es magnético, el soporte codificado es un material similar a las cintas de casete, o ferri-




*Respuesta de un motor paso a paso a impulsos de control de frecuencia próxima a la de resonancia; el movimiento es aquí continuo, pero si la frecuencia es muy alta puede haber errores.*




*Esquema eléctrico generalizado de un sistema de control potenciométrico. Este método limita el movimiento del eje motriz al número de vueltas permitido por el potenciómetro.*

tas magnéticas, y los detectores son bobinas de lectura de suficiente sensibilidad. Para aumentar la eficiencia de estos sistemas y disminuir la posibilidad de error suelen emplearse códigos redundantes u otras disposiciones más sofisticadas, así como la combinación de dos o más sistemas.

## Detectores analógicos

El tipo de detector usado depende del tipo y cantidad de desplazamiento a medir. Cuando es muy pequeño suelen emplearse galgas extensiométricas o resistores «ballast». El sistema de mayor precisión es probablemente el basado en la reflexión de un rayo láser; este tipo de transductor de desplazamiento ofrece la ventaja de que su haz es monocromático, coherente y está bien colimado, y empleando el método de triangulación puede determinarse la posición exacta de cualquier objeto.

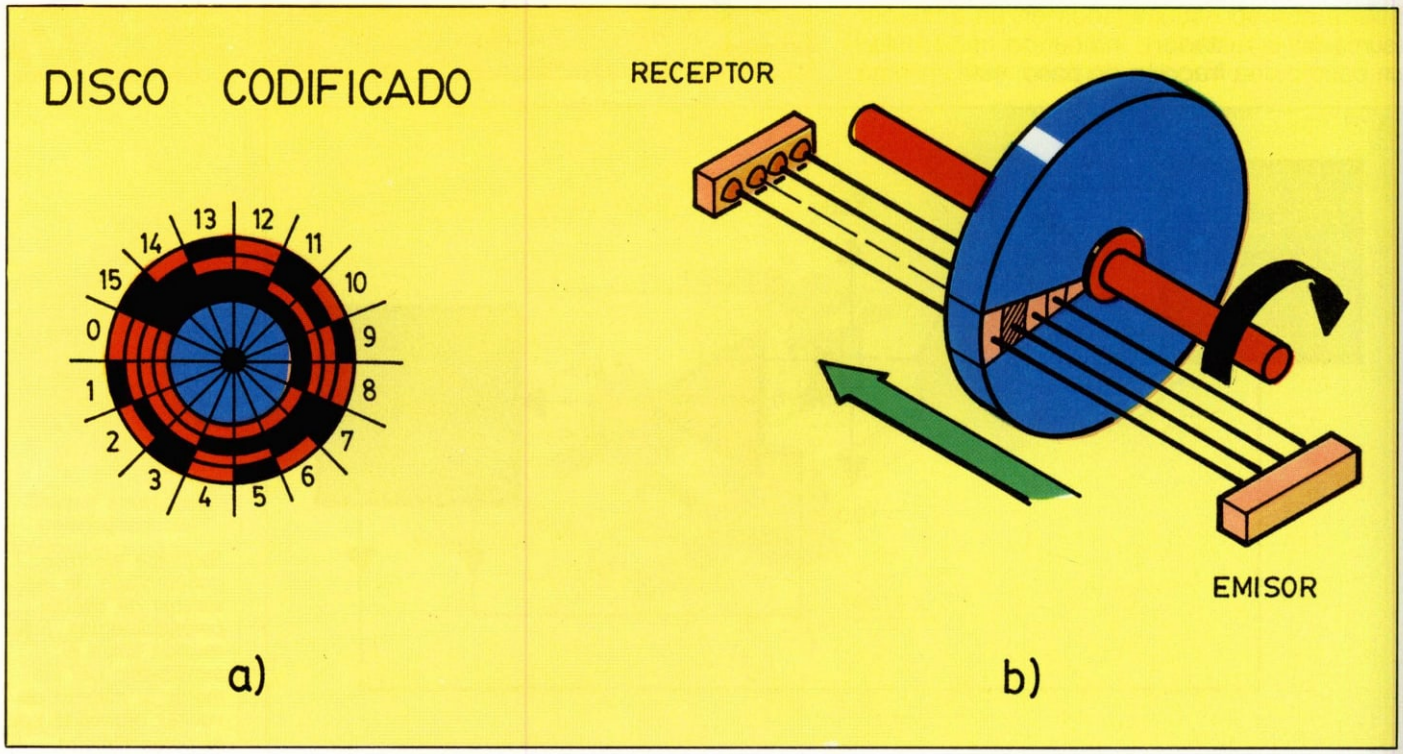
Los transductores magnéticos se dividen en dos categorías: transductores inductivos y transductores por reluctancia. Los transductores de desplazamiento inductivos convierten un desplazamiento (normalmente lineal) en un cambio de la autoinductancia de un devanado simple. Generalmente constan de un núcleo magnético que se mueve en el interior de una bobina. El movimiento de traslación del eje sensor modifica la posición del núcleo y, por tanto, cambia la autoinducción de la bobina; este detector puede ir incorporado a un oscilador LC, de tal manera que al cambiar la autoinductancia varía la frecuencia de salida.

Se denominan transductores de desplazamiento por reluctancia todos aquellos transductores que convierten un desplazamiento en una variación de tensión (solamente funcionan con corriente alterna). El medio empleado es la variación del circuito magnético existente entre al menos dos devanados, funcionando uno de ellos como excitador, alimentado con corriente alterna, y otro como excitado. Este tipo de transductores se emplea para medir tanto desplazamientos lineales (el primario del transformador diferencial se queda fijo y el secundario se desplaza con el eje sensor), como angulares (la corriente generada por el secundario o inducido depende del ángulo existente respecto del primario).

Dentro de esta categoría se cuentan los potenciómetros de inducción, que constan de un bobinado toroidal; en su interior se dispone una bobina perpendicularmente al eje de giro y por un extremo se extrae la señal. Alimentando la bobina toroidal (primario) con corriente alterna, este dispositivo funciona como un transformador de reluctancia variable, siendo la tensión producida por el secundario (bobinado interior) función del ángulo girado respecto del punto origen o de máxima tensión.

Cuando la señal requerida tenga que ser de corriente continua pueden emplearse potenciómetros resistivos, tanto longitudinales como circulares, preferentemente multivuelta, capaces de proporcionar medidas sobre ángulos superiores a los 360°. Estos dispositivos necesitan una alimentación directa, siendo su salida, en voltaje, proporcional al desplazamiento del cursor.

*Los codificadores absolutos presentan la ventaja de suministrar la información al microprocesador de control en un código directamente legible por el mismo, lo que reduce el tiempo de procesado.*



# CONVERTIDOR ESTATICO 12 DC-220 AC

*Este equipo es particularmente interesante cuando deseamos obtener una tensión de alimentación de 220 V a partir de los 12 V de la batería de un automóvil. El mismo permitirá al profesional utilizar el soldador y algunos instrumentos de medida en sitios en que no exista tención de la red; ofrece además la posibilidad de usar algunos electrodomésticos en viajes de recreo, fines de semana,* camping, *etc.*

El procedimiento que se emplea para la conversión de una corriente alterna en otra continua, mediante la utilización de diodos rectificadores y filtros realizados por medio de condensadores, es muy conocido por el aficionado. Sin embargo, la conversión inversa requiere un sistema bastante más complejo, llamándose a los equipos con esta finalidad *convertidores DC-AC* (continua-alterna).

El equipo que se describe es un convertidor estático de diseño clásico, en el que la tensión alterna se obtiene a través de un circuito multivibrador acoplado a un transformador que eleva la tensión de salida. Proporciona una tensión de salida alterna a 50 Hz de 220 V, siendo capaz de suministrar una potencia máxima de 50 W con un consumo de 5 A en continua y 12 V de tensión de entrada, dados por la batería.

La forma de onda de salida es cuadrada, lo que no afecta a la gran mayoría de los aparatos, salvo en el caso de que contengan motores de inducción, en los que no es recomendable su uso.

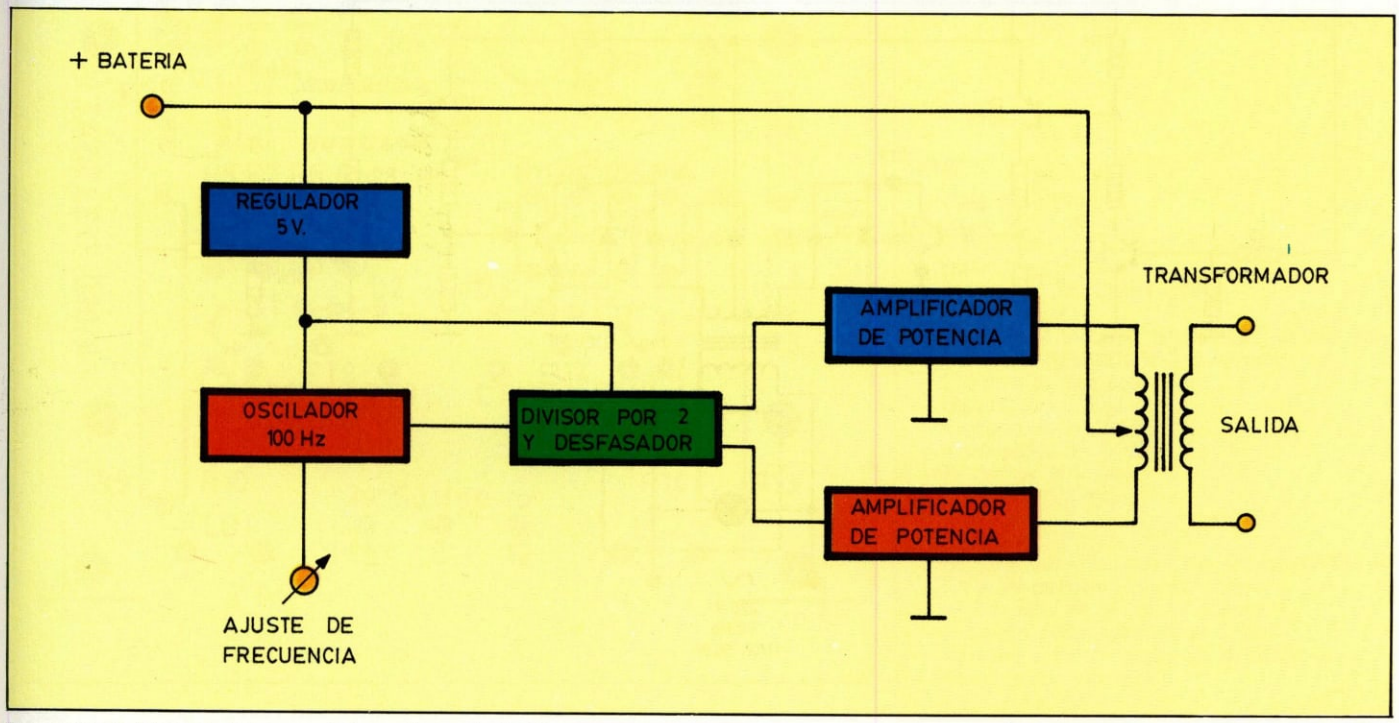



*Diagrama de bloques del convertidor estático de 50 Hz.*

## Explicación del esquema eléctrico

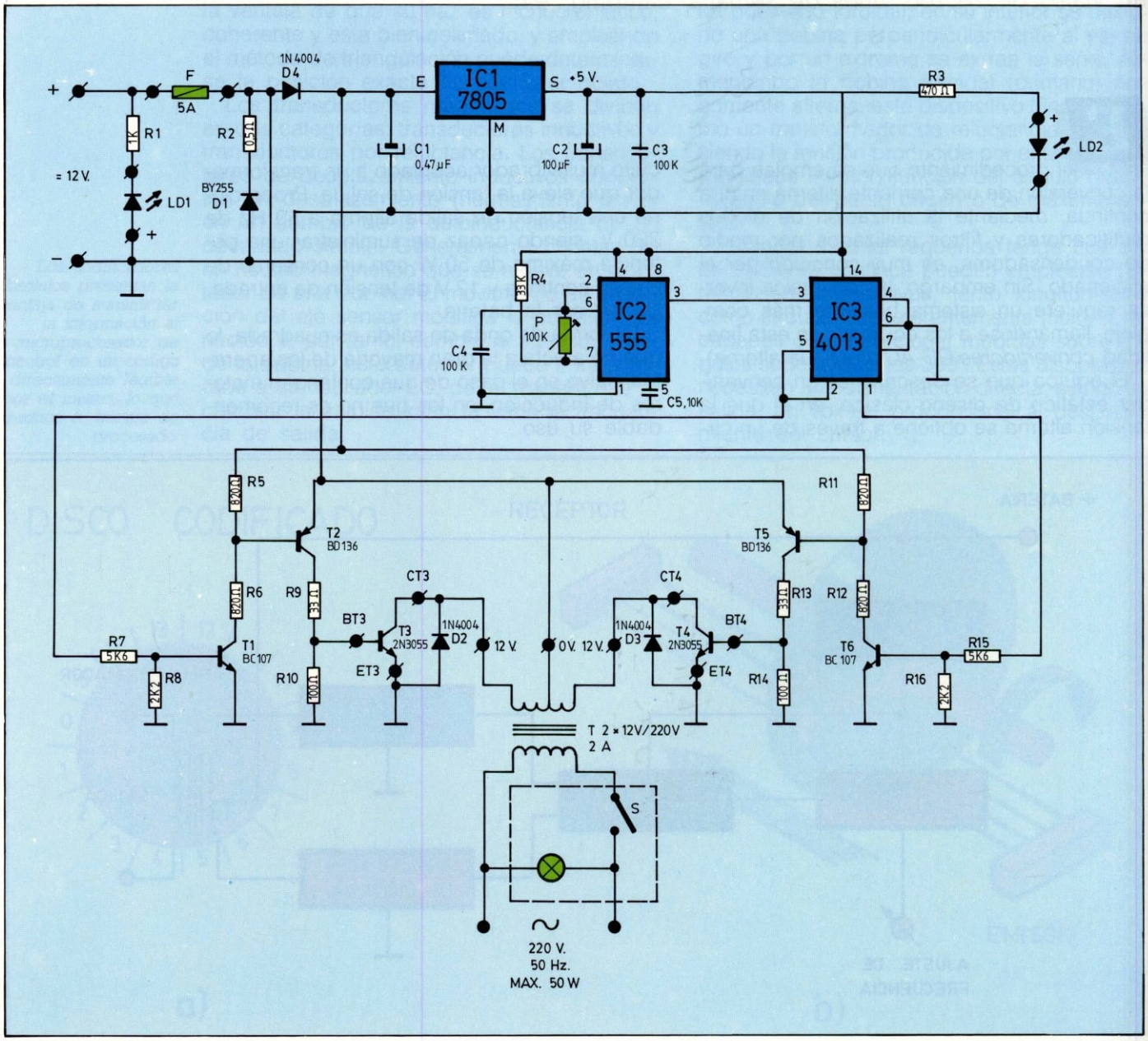
La parte compuesta por el oscilador de 100 Hz está realizada con un 555, la resistencia R4, el condensador C4 y con el potenciómetro P, que nos ayuda a ajustar la frecuencia. El condensador C5 es para filtraje interno del 555. En la patilla 3 de IC2 tenemos 100 Hz y necesitamos un divisor por 2 que además desfase 180° para atacar a los transistores T6 y T1, para conseguir los 50 Hz. Esto se realiza con IC3, que contiene 2 «flip-flops» de tipo «data»; nosotros utilizamos sólo uno para tal propósito.

Toda la parte hasta aquí comentada es alimentada a tensión baja y constante, para mejorar la estabilidad; para ello se emplea IC1 (7805), regulador de 5 V.

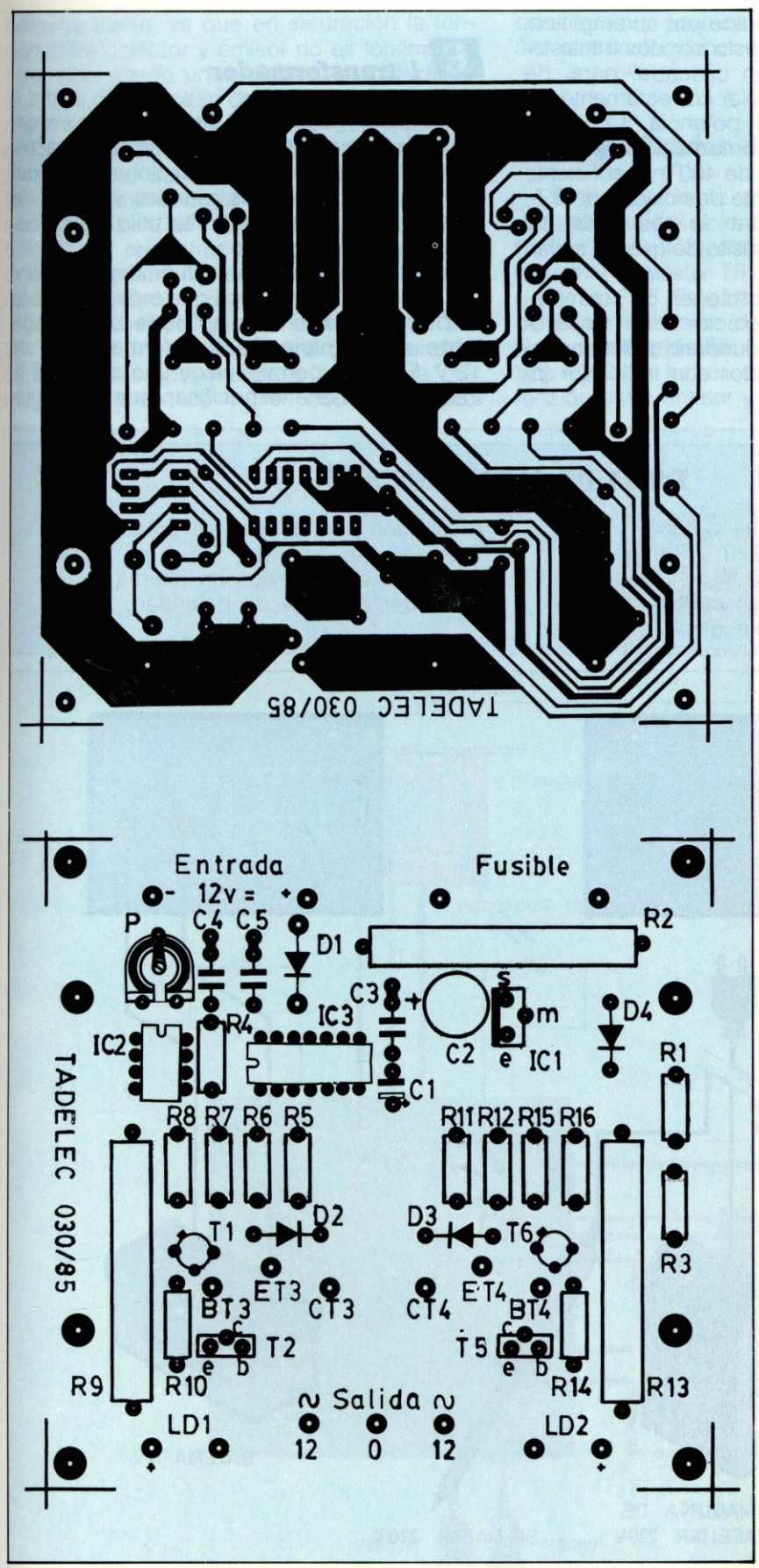
Los 12 V de la batería pasan por un fusible de 5 A, que va seguido de un diodo (D1), montado en sentido inverso y con R2, con la finalidad de proteger al circuito del posible error de conexión de polaridad, fundiéndose en ese caso el fusible y encendiéndose LD1 (rojo), que nos indica tal circunstancia. El diodo D4 también vale para completar esta protección.

Los condensadores C1, C2 y C3 son para filtraje, y de esta forma mejorar la alimentación de la parte de control. Si todo va bien y se conecta correctamente el diodo LD2 (verde), nos lo indicará encendiéndose.

La corriente que puede dar IC3 es menor de un miliamperio, ya que es CMOS, por lo




 *Esquema eléctrico del aparato.*




*Pistas del Circuito impreso del convertidor, por la cara del cobre y serigrafía de componentes de la placa del equipo.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 -Resistencia 1K 1/4 W (marrón, negro, rojo).
R2 -Resistencia 0,5 Ω 5 W (bobinada vitrificada).
R3 -Resistencia 470 Ω 1/4 W (amarillo, violeta, marrón).
R4 -Resistencia 33K 1/4 W (naranja, naranja, naranja).
R5 -Resistencia 820 Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R6 -Resistencia 820 Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R7 -Resistencia 5K6 1/4 W (verde, azul, rojo).
R8 -Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
R9 -Resistencia 33 Ω 5 W (bobinada vitrificada).
R10-Resistencia 100 Ω 1/2 W (marrón, negro, marrón).
R11-Resistencia 820 Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R12-Resistencia 820 Ω 1/4 W (gris, rojo, marrón).
R13-Resistencia 33 Ω 5 W (bobinada vitrificada).
R14-Resistencia 100 Ω 1/2 W (marrón, negro, marrón).
R15-Resistencia 5K6 1/4 W (verde, azul, rojo).
R16-Resistencia 2K2 1/4 W (rojo, rojo, rojo).
P-Potenciómetro horizontal de 100 K.

*CONDENSADORES*

C1 -Condensador 0,47 μF, tántalo, 25 V.
C2 -Condensador 100 μF, tántalo, 25 V.
C3 -Condensador 100 nF, poliéster.
C4 -Condensador 100 nF, poliéster.
C5 -Condensador 100 nF, poliéster.

*SEMICONDUCTORES*

D1 -Diodo BY255 (1N5402).
D2, D3 y D4-Diodos 1N4004.
IC1 -Circuito integrado 7805.
IC2 -Circuito integrado 555.
IC3 -Circuito integrado 4013.
T1 y T6 -Transistores BC107.
T2 y T5 -Transistores BD136.
T3 y T4 -Transistores 2N3055.
LD1 -Diodo Led rojo de 5 mm de diámetro.
LD2 -Diodo Led verde de 5 mm de diámetro.

*VARIOS*

— Zócalo de 8 patillas.
— Zócalo de 14 patillas.
— Transformador 220 V/2 × 12 V 4 A.
— 15 terminales espadín.
— Portafusibles para circuito impreso.
— Fusible de 5 A.
— 4 tornillos, 4 tuercas, 2 terminales y 2 aislantes para montar 2 encapsulados TO-3 en radiador.
— 2 láminas de mica para TO-3.
— Radiador para 2 TO-3.
— 4 separadores de 10 mm.
— 4 separadores de 35 mm.
— 16 tornillos de 5 mm.
— 2 tornillos de 8 mm.
— 2 tuercas.
— 2 arandelas.
— Un borne rojo y uno negro para bananas de 3,5 mm.
— 1,5 m de cable de 2 mm de diámetro.
— 1 m de cable de 0,5 mm de diámetro.
— 2 soportes plástico para Led de 5 mm.
— Interruptor con neón incorporado de 220 V.
— Clavija hembra para red.
— Caja Visebox RV-20.

que cada salida va seguida por un amplificador de potencia compuesto por dos transistores complementarios en cascada, para, de esta forma, poder controlar correctamente los transistores finales de potencia. Con este montaje propuesto, la corriente por las bases de T3 y T4 es del orden de 400 mA, suficiente para llegar a una corriente de colector de 8 A, lo que significa asegurar la saturación de los mismos, con el propósito de que no surjan posteriores problemas.

Los diodos D2 y D3 protegen de sobretensiones entre emisor y colector a los transistores de potencia. El secundario del transformador lleva un interruptor con indicador incorporado.

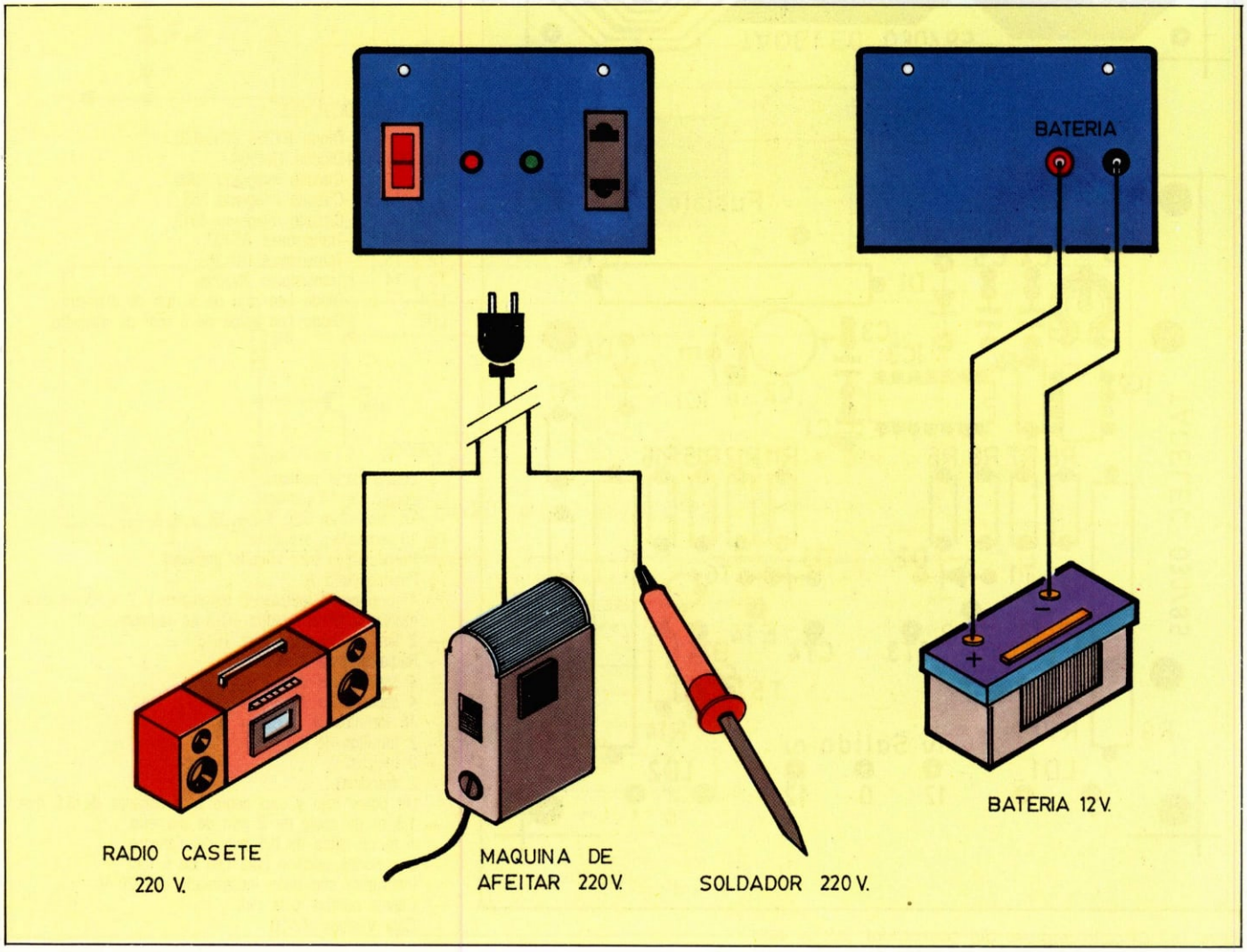
## El transformador

El transformador es el elemento más importante de este montaje, ya que de sus características depende el buen funcionamiento del convertidor. Una de las grandes ventajas de este aparato es que permite utilizar uno comercial de bajo precio.

Los transistores T3 y T4 funcionan en conmutación, lo que significa que teóricamente la amplitud de la tensión aplicada sobre cada parte del primario del transformador es de 12 V. Esto nos permite elegir uno de 2 × 12 V-220 V. Conviene especificar que no es to-

### TABLA DE CARACTERISTICAS

Alimentación: 12 V de batería.
Tensión de salida: 220 V, 50 Hz.
Máxima potencia: 50 W.
Máxima intensidad en continua: 5 A.
Protección por fusible de 5 A.
Protección contra error de polaridad.
Indicador de batería.
Indicador de conexión en alterna.
Indicador de error de polaridad.



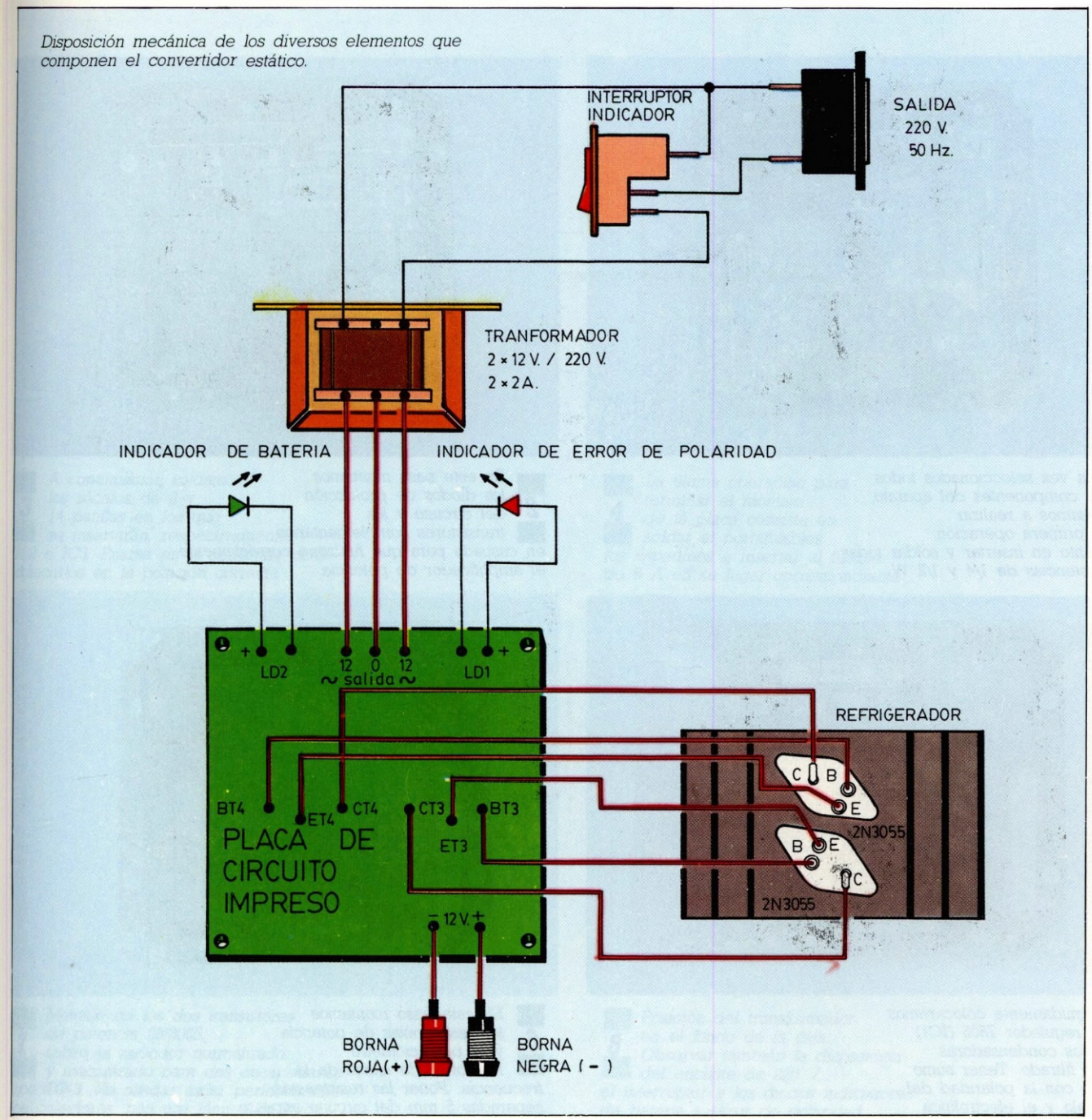

*Este gráfico nos da una idea de las posibilidades del equipo.*

talmente cierto, ya que en saturación la tensión entre colector y emisor no es totalmente nula, sino desde unos cientos de milivoltios (0,2 V) a algún voltio, dependiendo de la corriente que atraviese el colector. Esto significa que la tensión aplicada al primario no será 2×12 V, sino del orden de 2×10 V. El tranformador ideal debería ser de 2 × 10 V y un secundario de 220 V. Desgraciadamente, son difíciles de encontrar. No obstante, la solución adoptada es válida y está dentro de los márgenes permitidos.

La elección de que el primario sea de 2 × 2 A se debe a que para conseguir los 50 W necesitamos que pase por él una corriente del orden de 4 A en cada semiciclo, cosa que nos permite el valor elegido, sin dañar el transformador.

## Amplificador de potencia

El funcionamiento es muy sencillo, ya que durante un semiciclo del período, la salida Q (patilla 1 de IC3) está a 5 V, de forma que satura al transistor T6 de tipo NPN por medio de R15 y R16. Este transistor, al conducir, hace bajar la tensión del punto que une R11, R12 y la base de T5. Este último transistor de tipo PNP, al haber suficiente diferencia de tensión entre emisor y base, pasa a conduc-




*Disposición mecánica de los diversos elementos que componen el convertidor estático.*

ción, circulando la intensidad de colector por las resistencias R12 y R14.

La caída de tensión en R14 es la misma que la existente entre base y emisor de T4.

Con este método conseguimos saturar el transistor de potencia T4, de forma que logramos la conducción a través de una parte del primario del transformador.

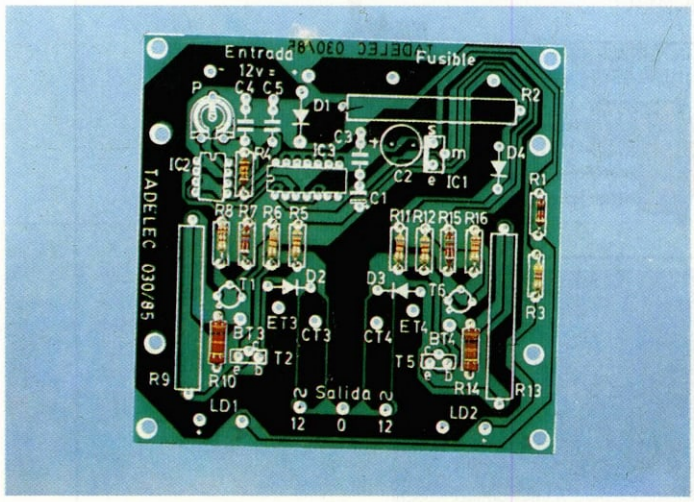
Análogamente, la salida $\bar{Q}$ (patilla 2 de IC3), ataca a T1 durante el otro semiciclo del período, saturándolo. El resto funciona igual, ya que el circuito es totalmente simétrico.

Las resistencias R13 y R9 (de 33 Ω) han de ser de 5 ó 6 W debido a la potencia que han de disipar.

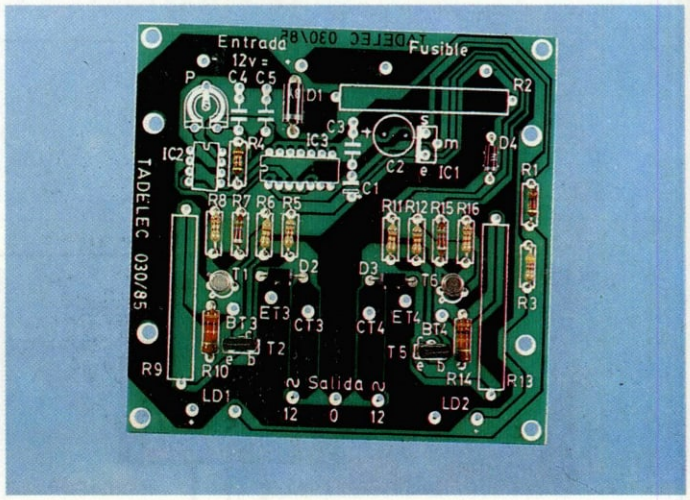
Las resistencias R10 y R14 (de 100 ω) deben ser capaces de disipar 1/2 W, aunque si hacemos cálculos podrían valer del mismotamaño que las del resto del circuito, es decir, de 1/4 W, pero irían muy apuradas.

Todos los transistores que se usan pueden sustituirse por equivalentes, pero, sobre todo, los más importantes ason los 2N3055, clásicos, muy robustos y fáciles de encontrar.

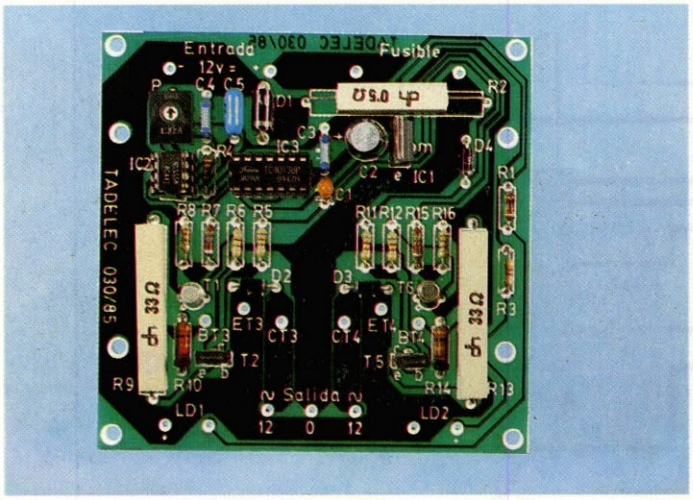
Para estos últimos aconsejamos evitar modelos sin marca que pueden presentar ganancias muy pequeñas y grandes tolerancias en tensión, pudiendo no funcionar correctamente el equipo, o incluso estropearse rápidamente la etapa de potencia.



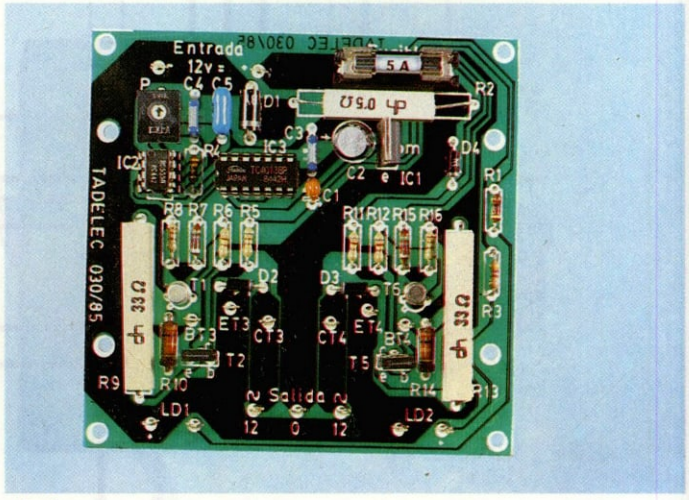

**1** *Una vez seleccionados todos los componentes del aparato, pasamos a realizar la primera operación, consistente en insertar y soldar todas las resistencias de 1/4 y 1/2 W.*




**2** *En este paso montamos los diodos de protección del circuito y los transistores complementarios en cascada para que funcione correctamente el amplificador de potencia.*




**5** *Seguidamente colocaremos el regulador 7805 (IC1) y los condensadores de filtrado. Tener sumo cuidado con la polaridad del de tántalo y el electrolítico.*




**6** *En este paso montamos las resistencias de potencia y el potenciómetro horizontal de ajuste de la frecuencia. Poner las resistencias separadas 5 mm del circuito impreso.*

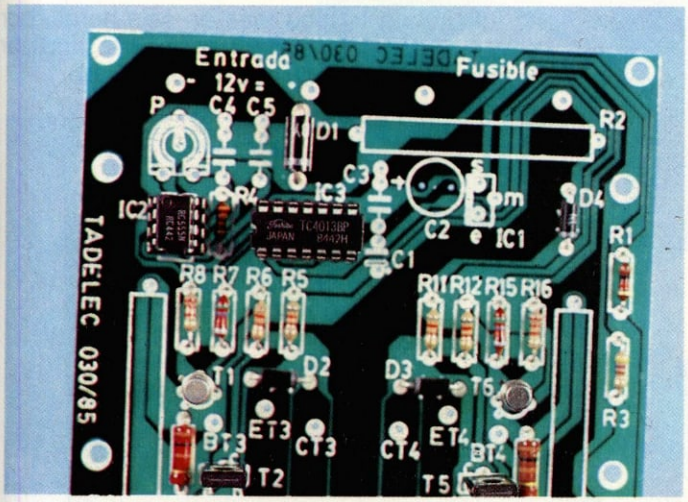
## Montaje

La mayor parte de los componentes de este montaje van sobre un circuito impreso de trazado muy sencillo. Los transistores de potencia van sobre un radiador normalizado y mecanizado para llevar dos encapsulados de tipo TO-3. Este refrigerador irá atornillado a la placa, que ya viene preparada para ello, por medio de cuatro separadores de 35 mm.

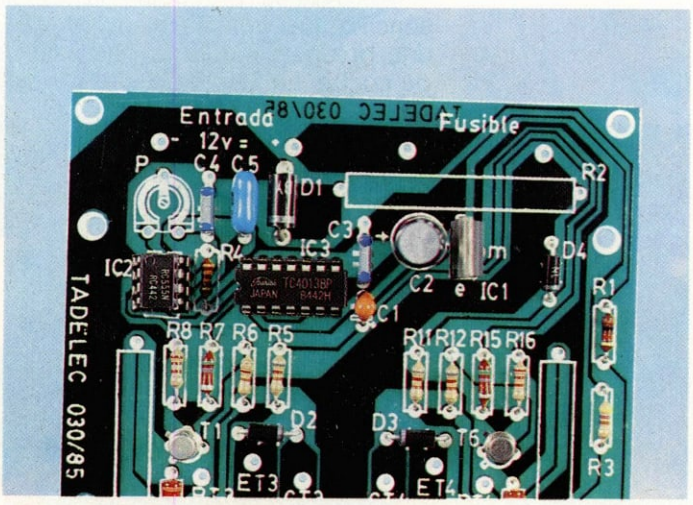
El circuito impreso y el transformador van fijados al fondo de la caja. Hay que tener cuidado de no confundir la polaridad de la batería, para lo que aconsejamos utilizar un borne de 35 mm rojo para el positivo y uno negro para el negativo.

No olvidar montar los transistores de potencia sobre aislantes, ya que los colectores no son comunes y deben ir perfectamente aislados. Una vez montado el aparato, tener en cuenta que en la salida hay 220 V, tensión peligrosa si no tenemos cuidado. El funcionamiento del convertidor es inmediato desde el momento de la conexión de la batería. Esto se puede controlar mediante el ruido característico que emite todo inversor. Un incorrecto funcionamiento puede provenir de un error de cableado, por lo que tenemos que poner sumo cuidado en esta fase.

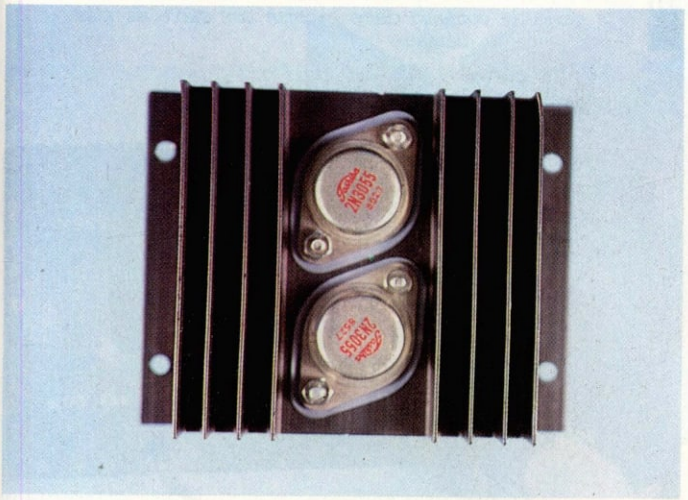
Para el ajuste de la frecuencia debe realizarse la operación que a continuación describimos:



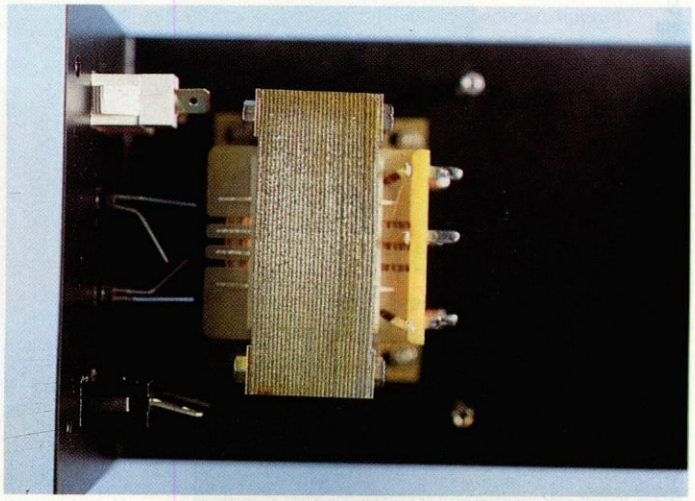

**3** *A continuación soldamos los zócalos de 8 y 14 patillas en los que se insertarán, respectivamente, IC2 e IC3. Fijarse en la serigrafía para colocarlos en la posición correcta.*




**4** *La última operación para terminar el montaje de la placa consiste en soldar el portafusibles, los espadines e insertar el fusible de 5 A en su lugar correspondiente.*




**7** *Montaje de los dos transistores de potencia 2N3055, sobre el radiador normalizado y mecanizado para dos encapsulados tipo TO-3. No olvidar aislar perfectamente los colectores, con una lámina de mica.*



**8** *Posición del transformador en el fondo de la caja. Observar también la disposición del enchufe de 220 V, el interruptor y los diodos indicadores de batería y error de polaridad.*

— Medir con un frecuencímetro u osciloscopio la señal en la resistencia R13 o R19 en la patilla que va al colector de T2 o T5, respectivamente.
— Mover el potenciómetro P según las agujas del reloj para aumentar la frecuencia, y al contrario, para disminuirla.
— Ajustar hasta obtener 50 Hz o un período de 20 ms.

En caso de no poseer ningún aparato de medida mencionado, posicionar P en el punto medio, que dará un valor muy aproximado y perfectamente válido para el correcto funcionamiento de cualquier aparato que conectemos.

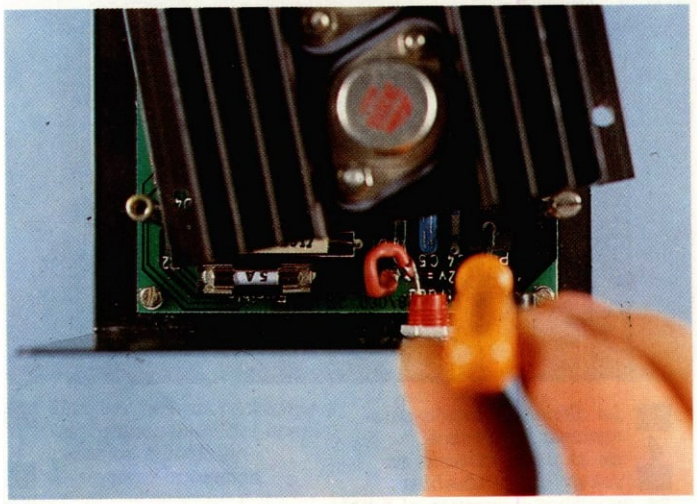
## Observaciones

Nos hemos propuesto hacer un montaje sencillo que permita disponer de 220 V con una potencia media, a partir de una batería de coche. La idea es poder alimentar luces o pequeños aparatos, por lo que es evidente que no se le puede pedir una excesiva potencia, ya que además del peligro que supone para el equipo, la tensión de salida se aleja rápidamente de los 220 V.

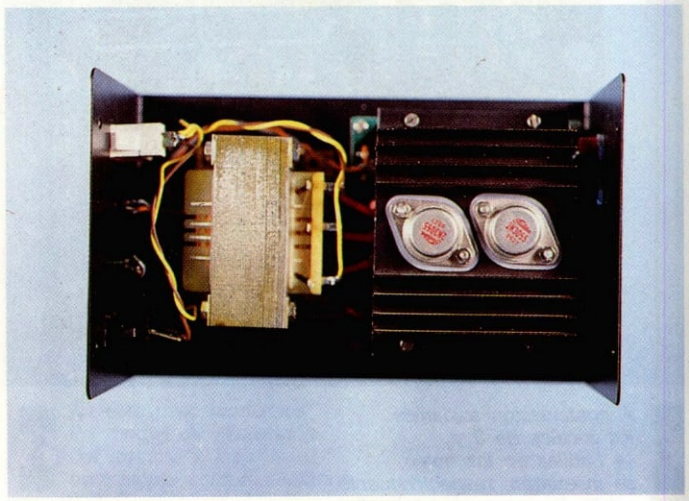
Un aumento de potencia es posible cambiando el transformador por uno de mayor intensidad, y los transistores de potencia por otros mayores que los 2N3055 propuestos. No obstante, el precio puede ser bastante mayor, así que si la aplicación no lo justifica no es necesario.

Para conectarlo a la batería es conveniente utilizar unas pinzas preparadas a tal fin o utilizar conectores especiales, para insertar en lugar del mechero del coche, ya que este último método es el más cómodo.

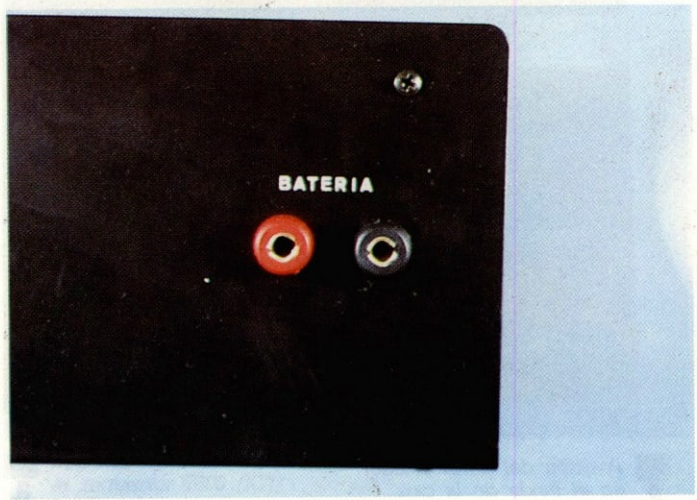
Como conclusión vamos a decir que si sacamos 40 W de una batería de 40 A por hora, no funcionará mucho más de seis horas, por lo que no conviene para estos usos utilizar mucha más potencia de la propuesta.



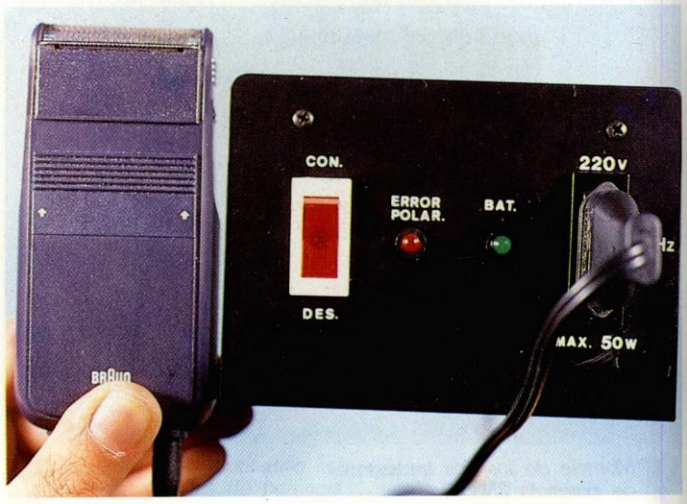
**9** *Ajuste de la frecuencia con el potenciómetro P, antes de finalizar el montaje sobre la caja. Si no se tiene ningún osciloscopio o frecuencímetro, dejarlo en el punto medio.*



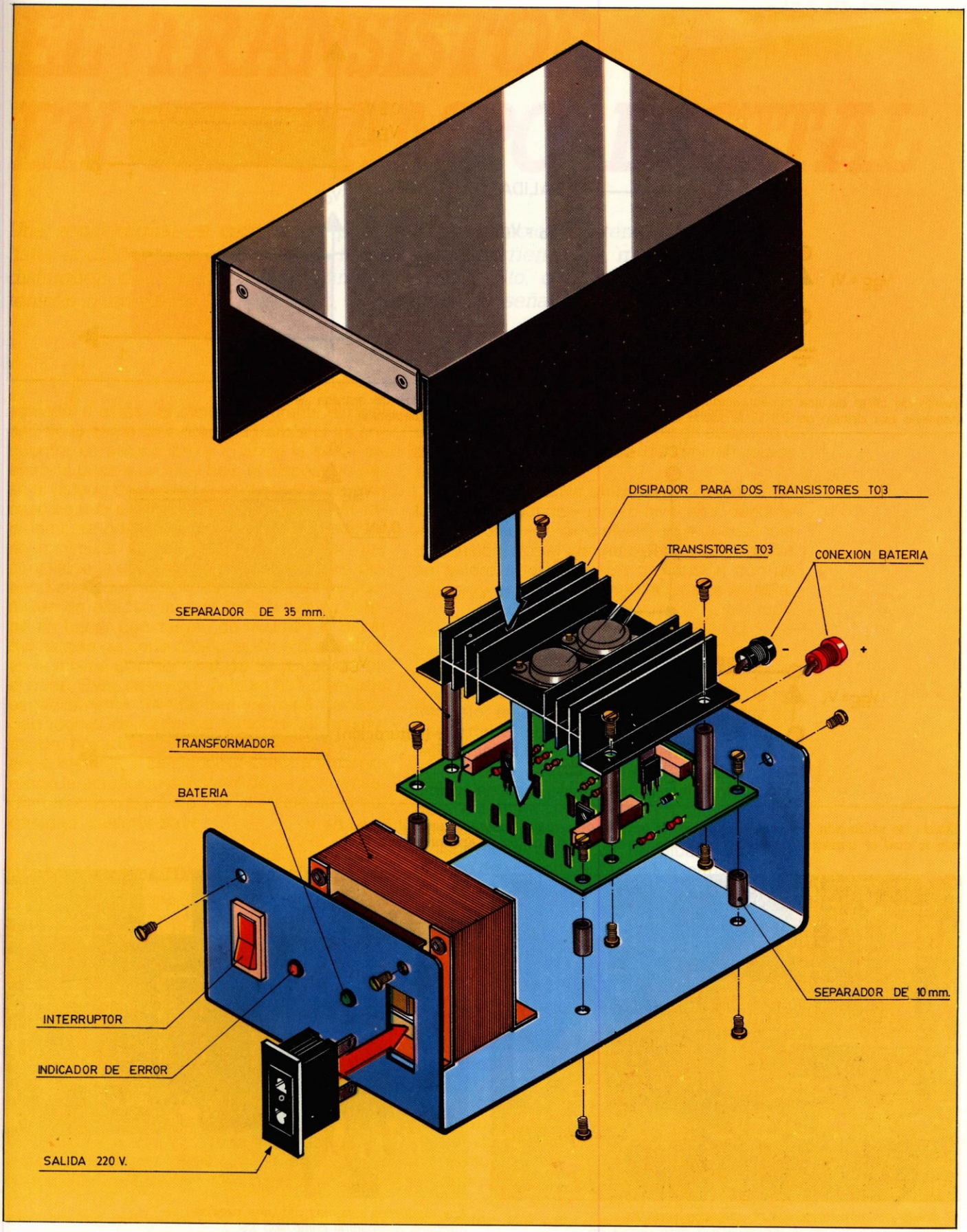
**10** *Disposición final de todos los componentes del convertidor sobre la caja elegida. El conexionado de la parte de continua debe hacerse con cable de más de 1 mm de diámetro.*



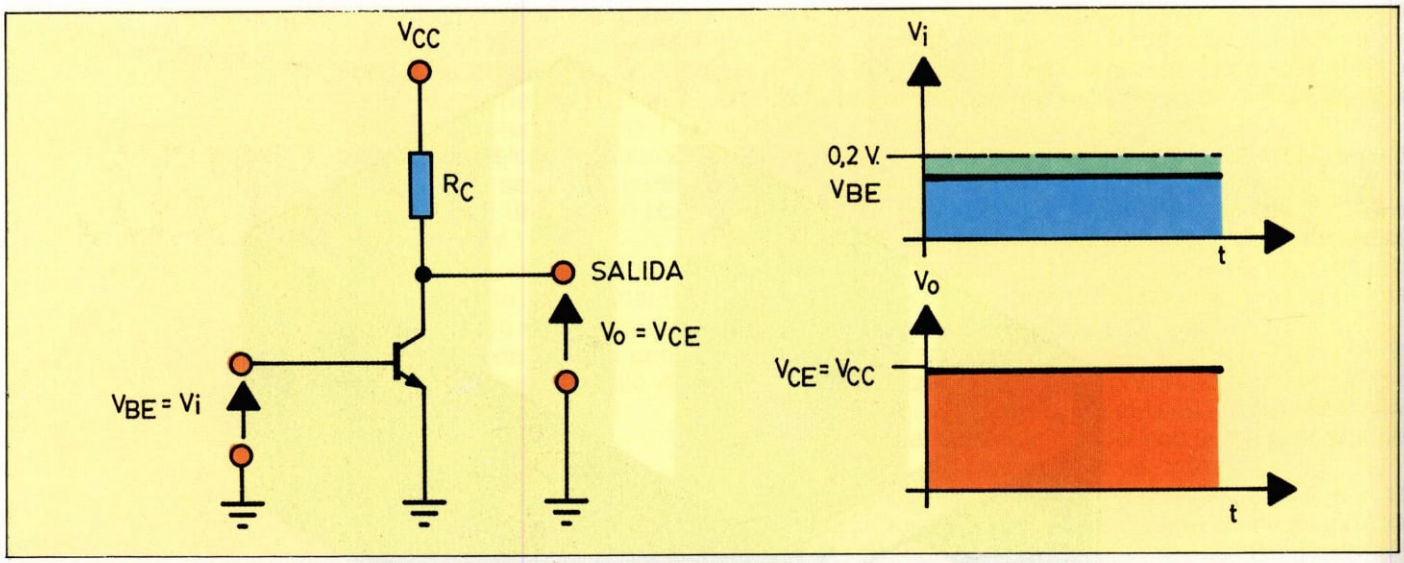

**11** *Detalle de los bornes de conexión a la batería. Observar que el rojo irá al positivo y el negro al negativo. No obstante, el equipo va protegido contra errores de conexión.*



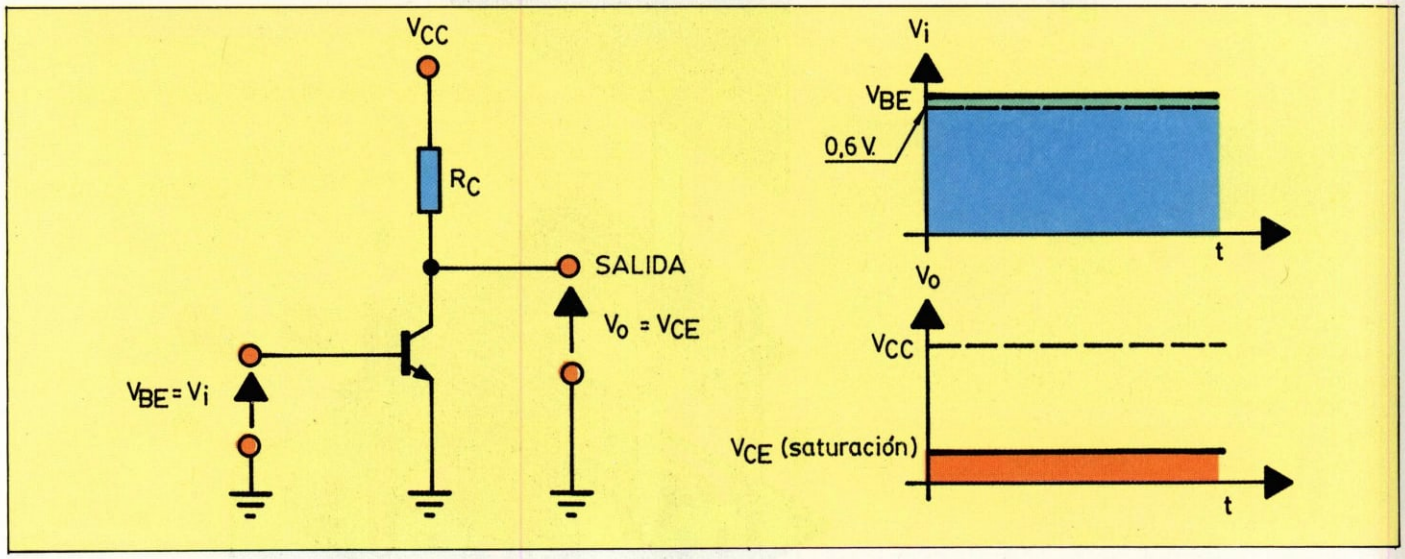

**12** *Vista del frontal del equipo con una maquinilla de afeitar. Si se va a usar su máxima potencia, conviene realizar a los laterales de la caja unos agujeros que permitan refrigeración.*



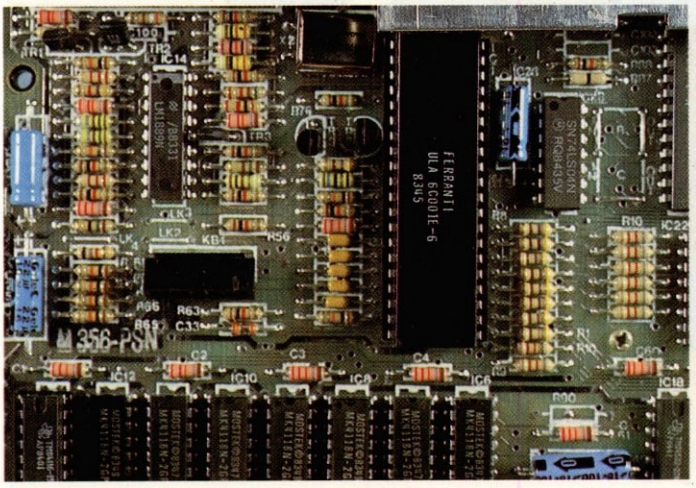

*Esquema de conexionado del circuito impreso con el resto de componentes.*



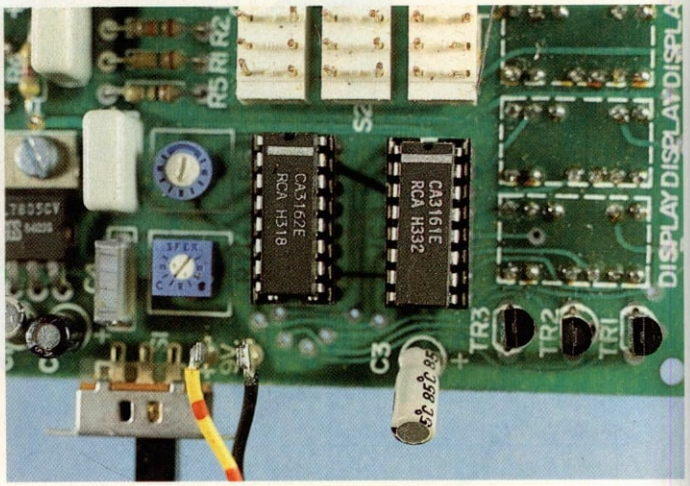

*Estado de corte de una configuración de transistor en emisor común. Si la tensión de entrada se mantiene por debajo de 0,2 V, la salida presenta una tensión igual a la de alimentación.*




*Estado de saturación. Se consigue cuando la tensión de entrada supera el umbral de los 0,6 V, con lo cual el transistor presenta en el colector una tensión de 0,2 V aproximadamente.*



*El grado de miniaturización de circuitos tiene su máximo exponente en la integración a gran escala de complejos sistemas, que se traduce en circuitos integrados como los de la figura.*




*Los modernos sistemas digitales precisan de circuitos compactos como son los empleados en ordenadores. Se muestra aquí uno de dichos circuitos integrados.*

# EL TRANSISTOR EN EL CAMPO DIGITAL

*Una señal digital se caracteriza porque la información contenida en ella se halla codificada en impulsos de tensión o de corriente, de manera que se distinguen dos estados bien definidos, el nivel alto, o presencia de tensión o corriente, y nivel bajo, o ausencia de señal.*

En estas condiciones, durante el nivel alto de la señal de entrada el transistor se encuentra en saturación, y cuando la señal de entrada pasa a un nivel bajo el dispositivo pasa al estado de corte. Lo fundamental en este caso es que el dispositivo conmute lo más rápidamente posible; por ello se hace necesario minimizar el valor del condensador que constituye la unión colector-base, ya que, dependiendo del número de cargas que se acumulen en ella, se tardará más o menos tiempo en hacer que salgan de la unión al pasar del estado de corte a saturación o que entren en la misma cuando se pasa de la saturación al corte. Para conseguir esto se han diseñado especialmente transistores de baja capacidad, como los llamados *Schottky de conmutación,* basados en distintos tipos de uniones entre metales y semiconductores, o incorporando la actuación adicional de un condensador dispuesto para atenuar el efecto de la capacidad colector-base.

## Lógica positiva y negativa

Tanto el análisis como la síntesis de circuitos digitales tienen su base en los estudios en el campo de la lógica llevados a cabo por el matemático inglés George Boole, publicados en 1937 en su obra titulada *Análisis matemático de la lógica.* En sus investigaciones trata fundamentalmente de conferir una estructura simbólica a los procesos del pensamiento, para posteriormente poder manipular dichos símbolos mediante una estructura matemática apropiada.

Sentadas las bases teóricas de dichas estructuras se puede proceder a la elaboración práctica de circuitos que simulen el funcionamiento de una estructura de base lógica. Entonces, todo el proceso de elaboración de circuitos se reduce al *sí* y *no* lógicos, y que electrónicamente se pueden representar con presencia o ausencia de tensión. Se distinguen entonces dos formas complementarias de referirse a la representación de ausencia o presencia de señal, y se denominan *lógica positiva* y *negativa.*

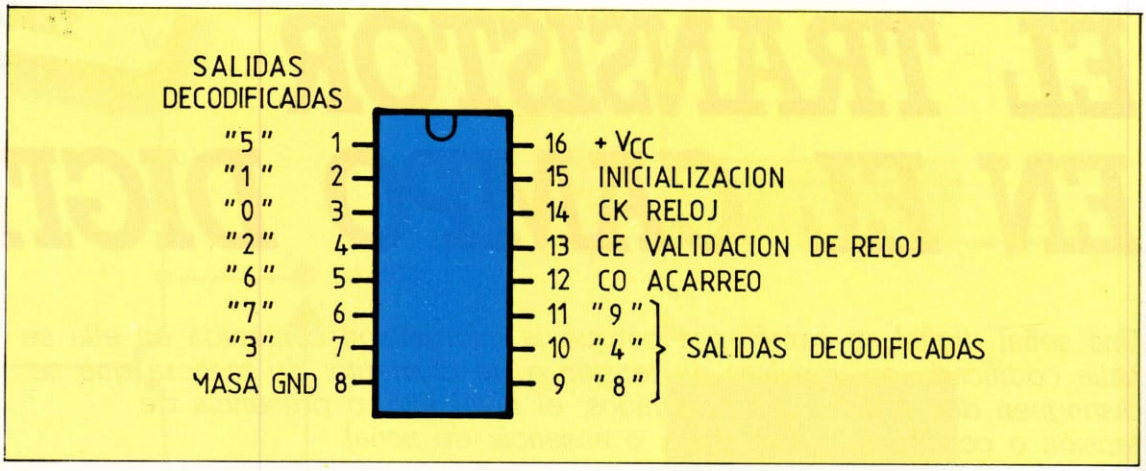
La lógica positiva atribuye la presencia de tensión a la salida «uno» o nivel alto, denominando como «cero» o nivel bajo a la ausencia de tensión. Por el contrario, la lógica negativa se refiere a la presencia de tensión con un «cero» y un «uno» cuando la tensión es nula.

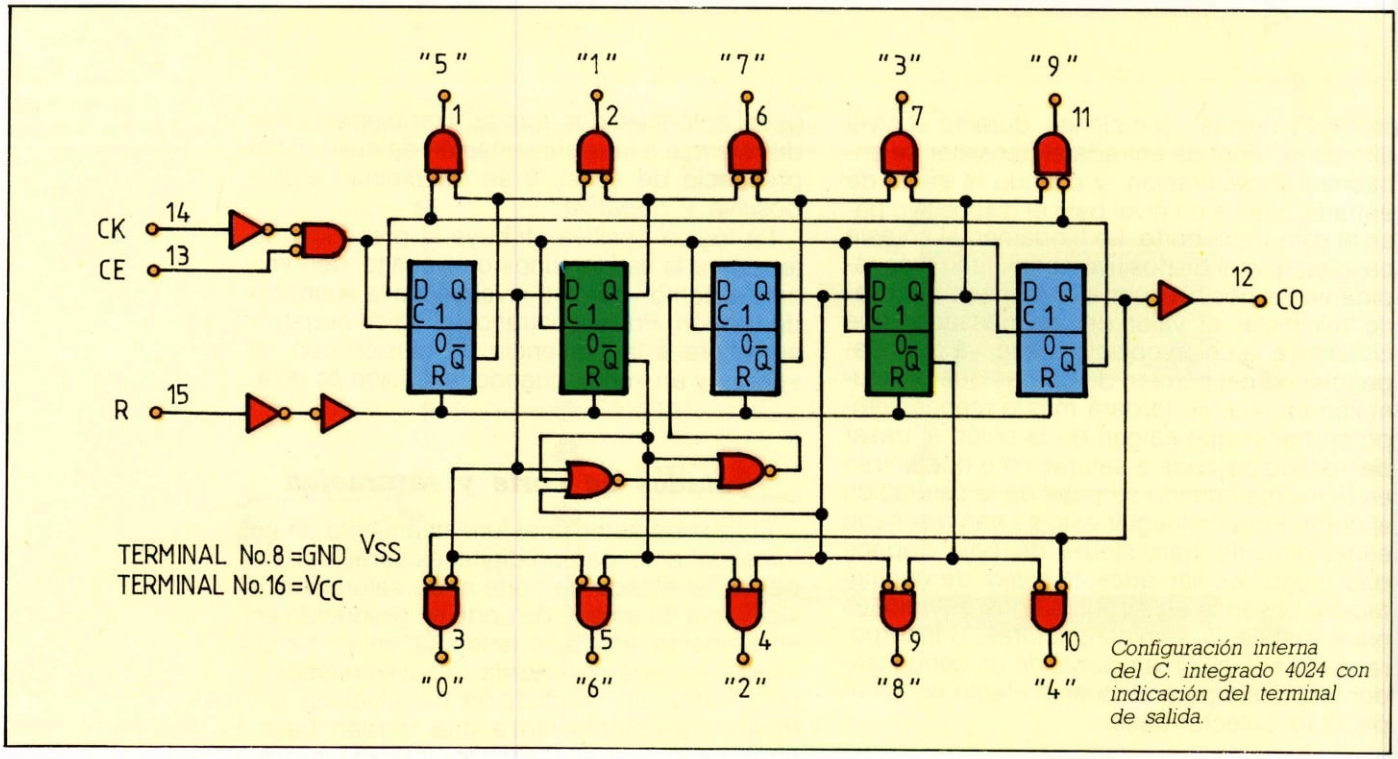
## Estados de corte y saturación

Lo que caracteriza al funcionamiento de un transistor en el campo digital es la rapidez de pasar del estado de corte al de saturación, y viceversa. El estado de corte es producido en el elemento activo, cuando la unión base-emisor no está polarizada lo suficientemente para entrar en conducción (la situación corresponde típicamente a una tensión base-emisor menor de 0,2 V). Tal situación impide el paso de una corriente por los terminales de salida, con lo cual la tensión en dichos terminales es la de alimentación, al no circular corriente por la resistencia de carga. En este caso, y empleando lógica positiva, se dice que a la salida tenemos un «uno».

El proceso de saturación es el opuesto al caso anterior (una corriente de base alta). La unión base-emisor se hace conducir a tal nivel, que la tensión colector-emisor varía muy poco cuando se hace variar mucho la corriente de colector. En este caso quien controla la corriente de colector no es el elemento activo, sino el valor de la resistencia de carga, de manera que la fórmula del funcionamiento en zona activa no es válida en este caso ($Ic = \beta \cdot IB$), sino que es función de la tensión de la alimentación y, como hemos dicho antes, del valor de la resistencia de carga. En esta condición se dice que a la salida del circuito tenemos un «cero».

*Configuración del patillaje del C. integrado 4017 y desginación de las salidas.*




*Configuración interna del C. integrado 4024 con indicación del terminal de salida.*

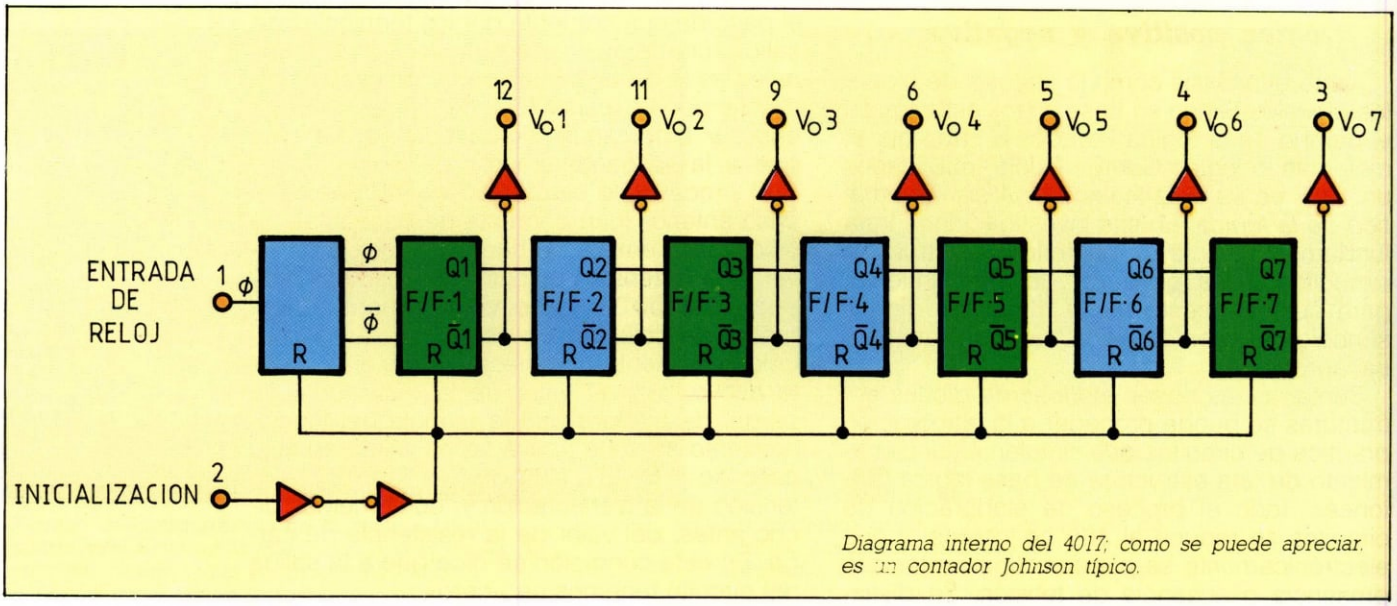



*Diagrama interno del 4017; como se puede apreciar, es un contador Johnson típico.*

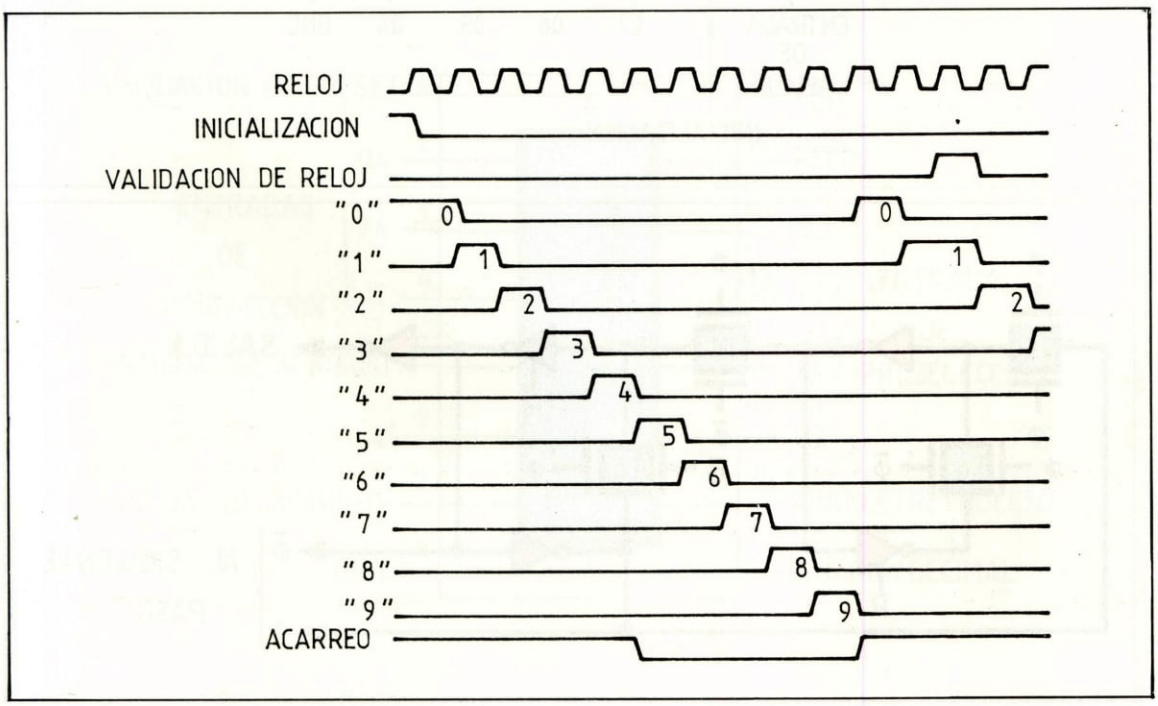
# CONTADORES INTEGRADOS 4017, 4024, 4029

*De entre todos los circuitos lógicos, uno de los primeros a los que se aplicó la integración a media escala fue a los contadores. Existen contadores integrados en todas las familias lógicas y con toda clase de especificaciones, desde los de uso general hasta los especializados.*

Los contadores detallados aquí pueden describirse como de uso general; todos pertenecen a la familia CMOS de la serie 4000, están ampliamente difundidos, tanto por la comodidad de uso, como por sus prestaciones. Sus curvas características son las de toda la familia (ya publicadas en el capítulo 2.° de TALLER DE ELECTRÓNICA), así como sus características eléctricas y los fabricantes; por ello mismo no se incluyen en este número.

### 4017

Es un contador Jhonson de cinco etapas, posee 10 salidas decodificadas y provistas de amplificadores de corriente en la serie B, además de un terminal de acarreo de cuenta (sobrepasamiento), que puede emplearse para activar el siguiente contador cuando se acoplan en cascada. La puesta a cero (inicialización) se realiza mediante la entrada de un pulso positivo (1 lógico) en el terminal de *reset*.




*Secuencia de conmutación del 4017 en función de las señales de control.*

El avance del contador también se realiza por lógica positiva, es decir, cuando la señal de reloj es alta y el terminal de validación de reloj está en «0» lógico.

La configuración del 4017 permite una velocidad de operación de hasta 5 Mz y asegura una secuencia correcta en el conteo.

Cada una de las salidas está normalmente inactiva o bien se encuentra en estado bajo (0 lógico), pasando al estado alto o 2 lógico cuando le corresponde por el pulso respectivo del reloj.

Cada salida permanece en estado alto el tiempo de duración de un ciclo completo de reloj y el terminal de acarreo proporciona un pulso completo (parte positiva y negativa del período) cada diez ciclos, de tal manera que permite acoplar en cascadas varios integrados.

## Encapsulado

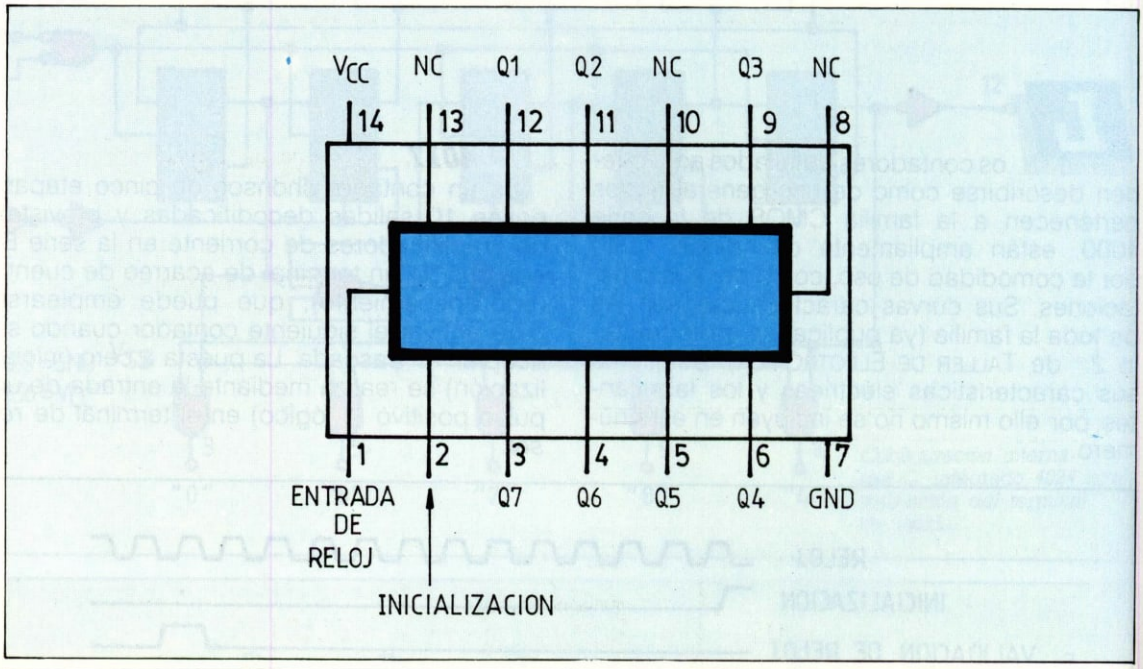
Este C. integrado se suministra encapsulado en plástico o cerámico DIL de 16 patas, según las prestaciones térmicas y mecánicas deseadas, también se fabrica en DIL reducido y *flat pack*.

## Aplicaciones

Como todos los contadores Jhonson, este circuito es aplicable en todos los campos y muy especialmente en aquellos casos en los que es preciso dividir una señal de frecuencia por un número impar; también se emplea en elementos de señalización, siendo capaz de encender directamente un diodo LED.

### 4024

Este circuito integrado es un contador binario de siete pasos; está formado básicamente




*Disposición del patillaje del contador integrado 4024. La indicación NC significa «No Conectado».*

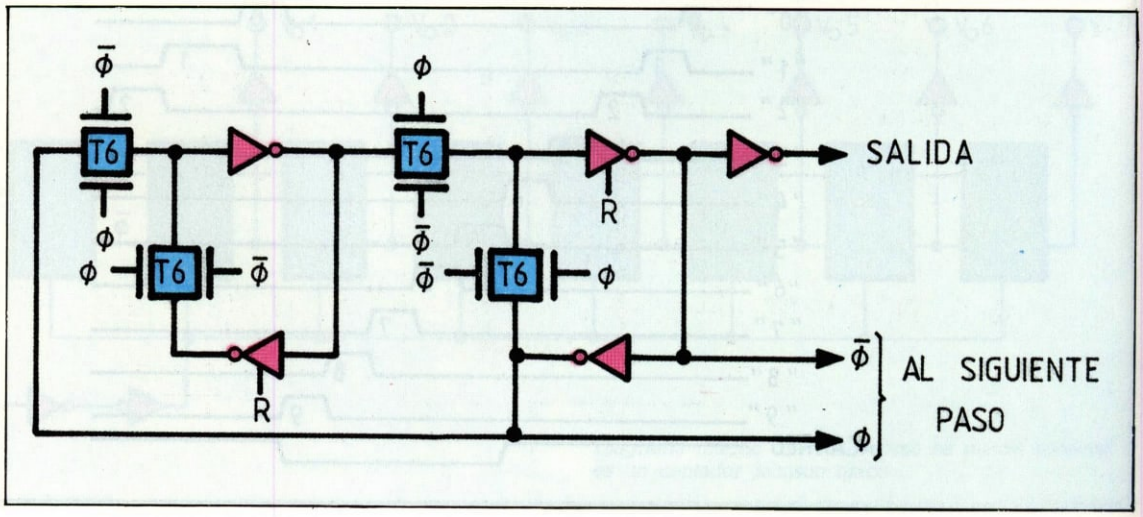



*Diagrama de bloques correspondientes a uno de los siete osciladores biestables del 4024.*

por siete osciladores biestables o flip-flops conectados en cascada. El contador avanza un paso en la transición negativa de cada pulso de reloj y la puesta a cero también es en lógica negativa, inicializándose todas las salidas cuando el terminal de inicialización (reset) está en «0» lógico, y permaneciendo en estado bajo mientras que esta entrada no pase al estado alto o «1» lógico.

La conexión en cascada de estos integrados se realiza sin más que conectar la salida Vo7 (patilla 3) a la entrada de pulsos de reloj (patilla 1).

Este circuito integrado permite trabajar con una frecuencia de entrada de 12 MHz, con una tensión de alimentación de 10 Vcc y de 5 MHz cuando la alimentación es de 5 Vcc, admitiendo pulsos de entrada de hasta 10 ns.

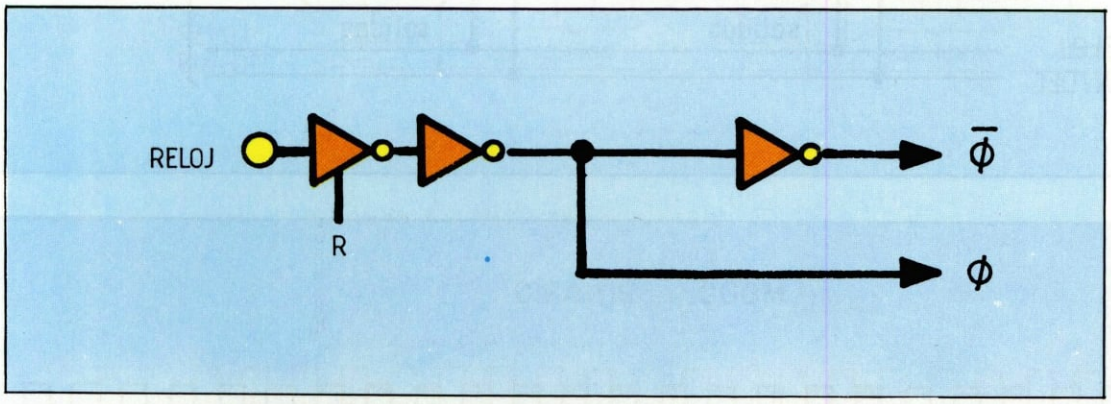
## Encapsulado

Este C. integrado se suministra encapsulado en plástico o cerámico DIL de 14 patas, según las prestaciones térmicas y mecánicas deseadas; también se fabrica en DIL reducido y *flat pack*.

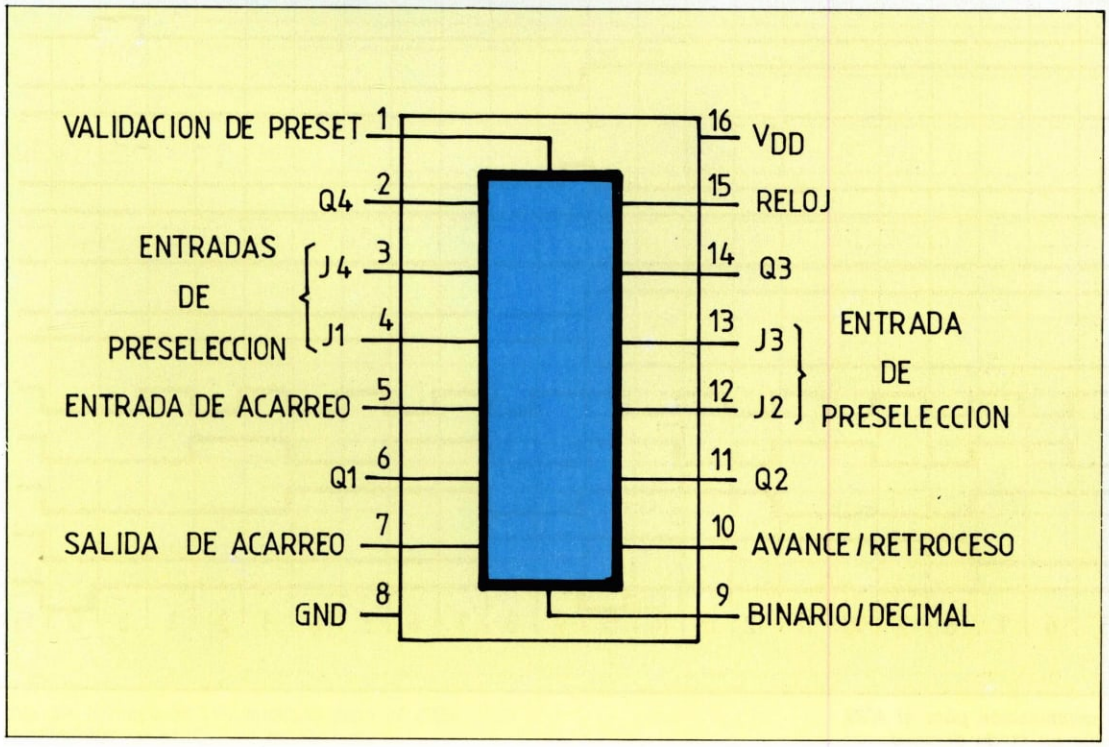
Se emplea normalmente en circuitos divisores de frecuencia y circuitos de retardo lógicos, así como en contadores binarios.

## 4029

Este C. integrado es un contador programable capaz de contar hacia delante o hacia atrás mediante la selección de lógica positiva o negativa de uno de sus terminales de control (patilla 10); cuando este terminal está en estado alto se realiza el conteo hacia delante, pero si está a bajo nivel la cuenta se efectúa hacia atrás. También puede seleccionarse el modo de conteo, proporcionando la salida con una palabra de 4 bits en código binario




*Circuito de conformación de los pulsos de reloj entrantes en el 4024. La señal de inicialización inhibe la entrada.*



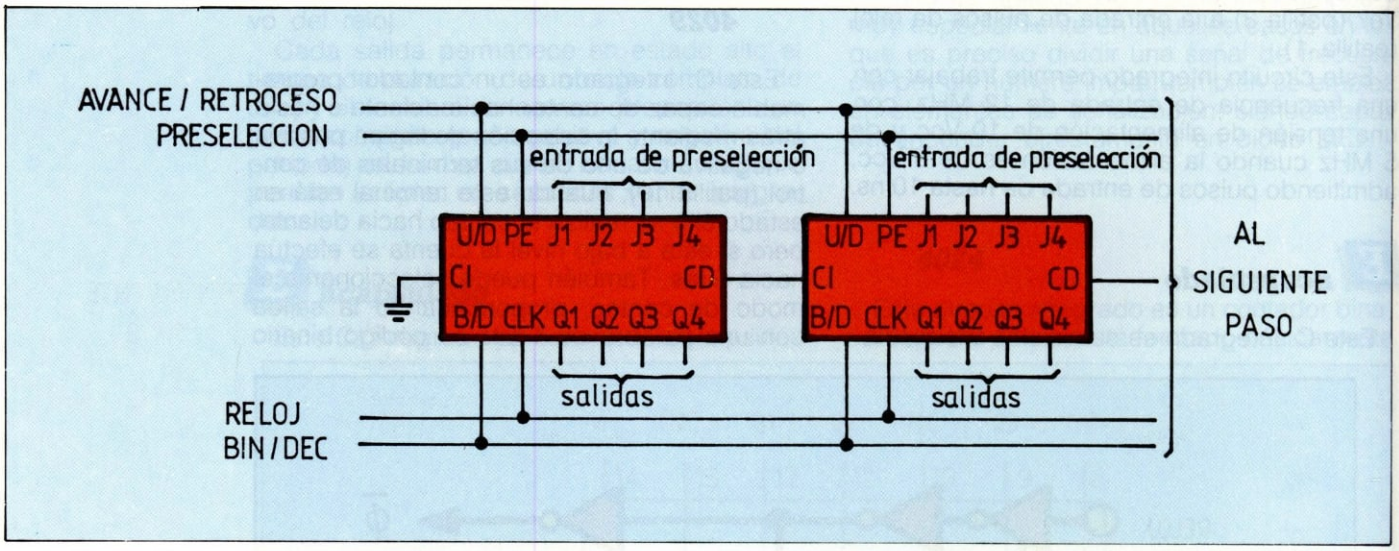

*Distribución y designación de los terminales del C. integrado 4029.*

natural o en forma decimal en código BCD. El terminal de control es la patilla n.° 9; cuando esta entrada está a 1, la cuenta se realiza en binario, y si está a cero, en decimal.

No acaban aquí las funciones que este circuito es capaz de realizar; mediante la puesta a «1» del terminal de selección (patilla 1), el estado lógico existente en las entradas de preselección pasan a los terminales de salida, forzándose su estado lógico, y continuándose la cuenta desde este punto en el mismo sentido programado cuando la patilla de control vuelve al nivel bajo o «0» lógico.

La entrada de acarreo permite pasar los pulsos de entrada de reloj siempre y cuando permanezca en estado bajo, inhibiéndolos en caso contrario; mientras que la salida de acarreo permanece normalmente en estado alto (1 lógico), pasando al estado bajo (0 lógico) cuando el contador llega a la máxima cuenta

*Conexiones de montaje típicas para la conexión en cascada de contadores.*



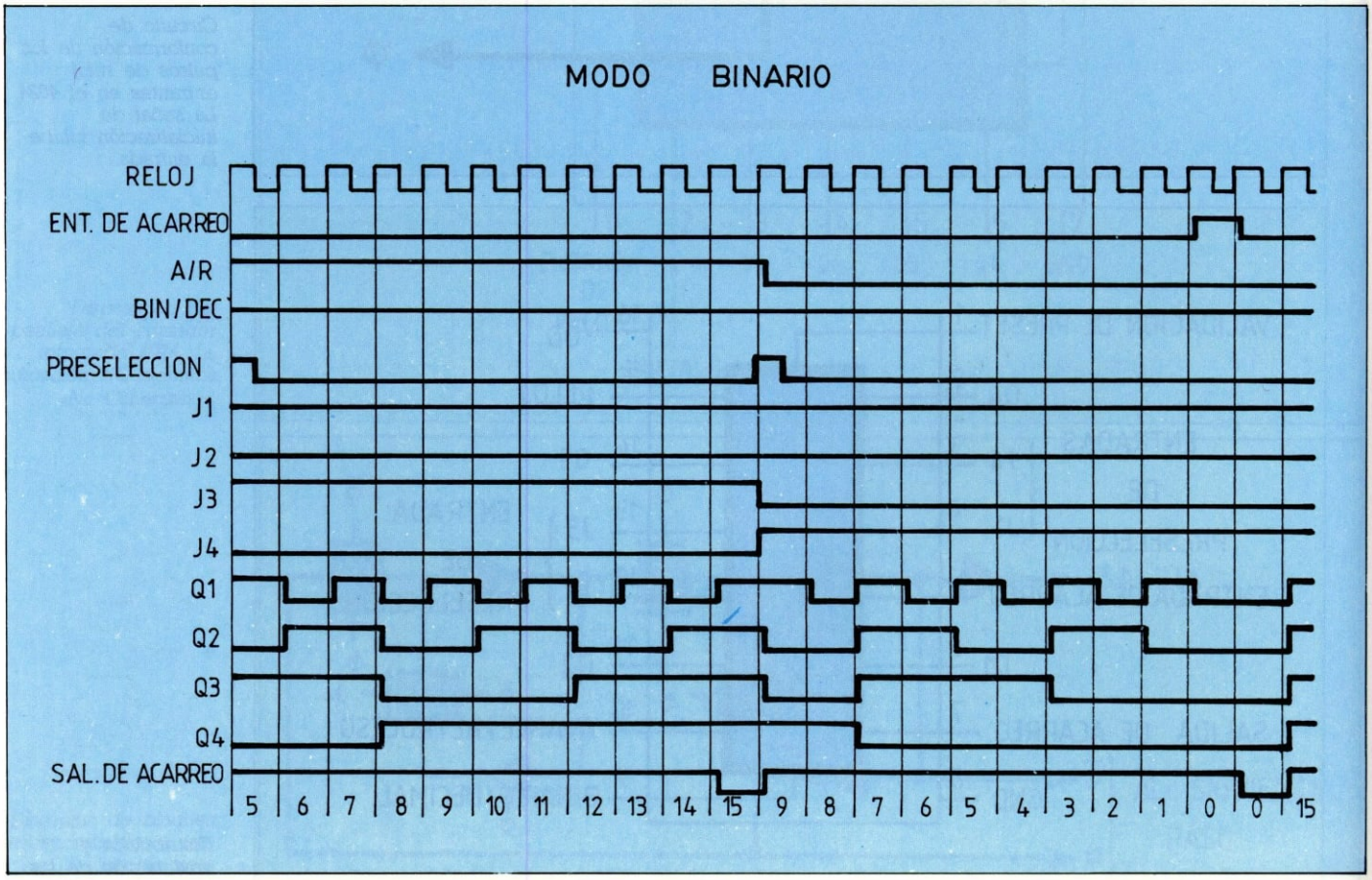




*Diagrama de tiempos de conmutación para el 4029, cuando el conteo se efectúa en modo decimal.*

(9 ó 15), si está en modo de avance, y si está en modo de retroceso, cuando llega a cero.

La máxima frecuencia de utilización de este c. integrado es de 9 MHz con una carga capacitiva de 15 pF.

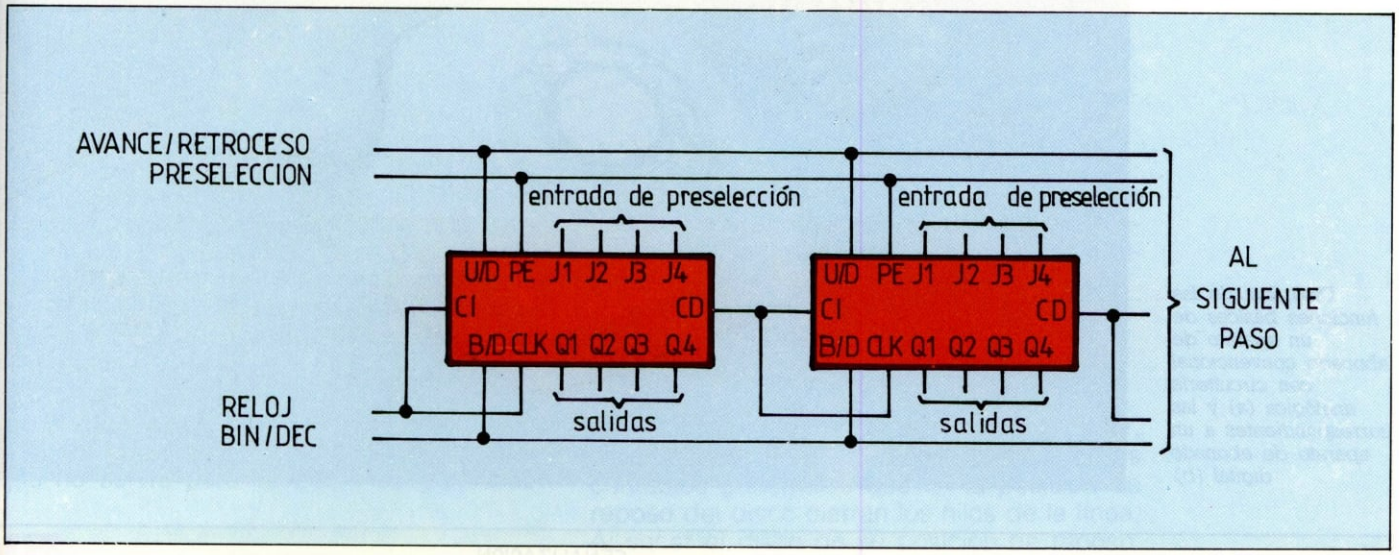
## Encapsulado

Este c. integrado es un contador prograado en plástico o cerámico DIL de 16 patas, según las prestaciones térmicas y mecánicas deseadas; también se fabrica en DIL reducido y flat pack.

## Aplicaciones

Todas aquellas en las que se necesite un contador versátil. Dentro de la serie 4000, este contador es uno de los más utilizados por sus notables características.

*Modo 2 de conexión en cascada de los contadores integrados 4029. Puede aplicarse a otros tipos.*



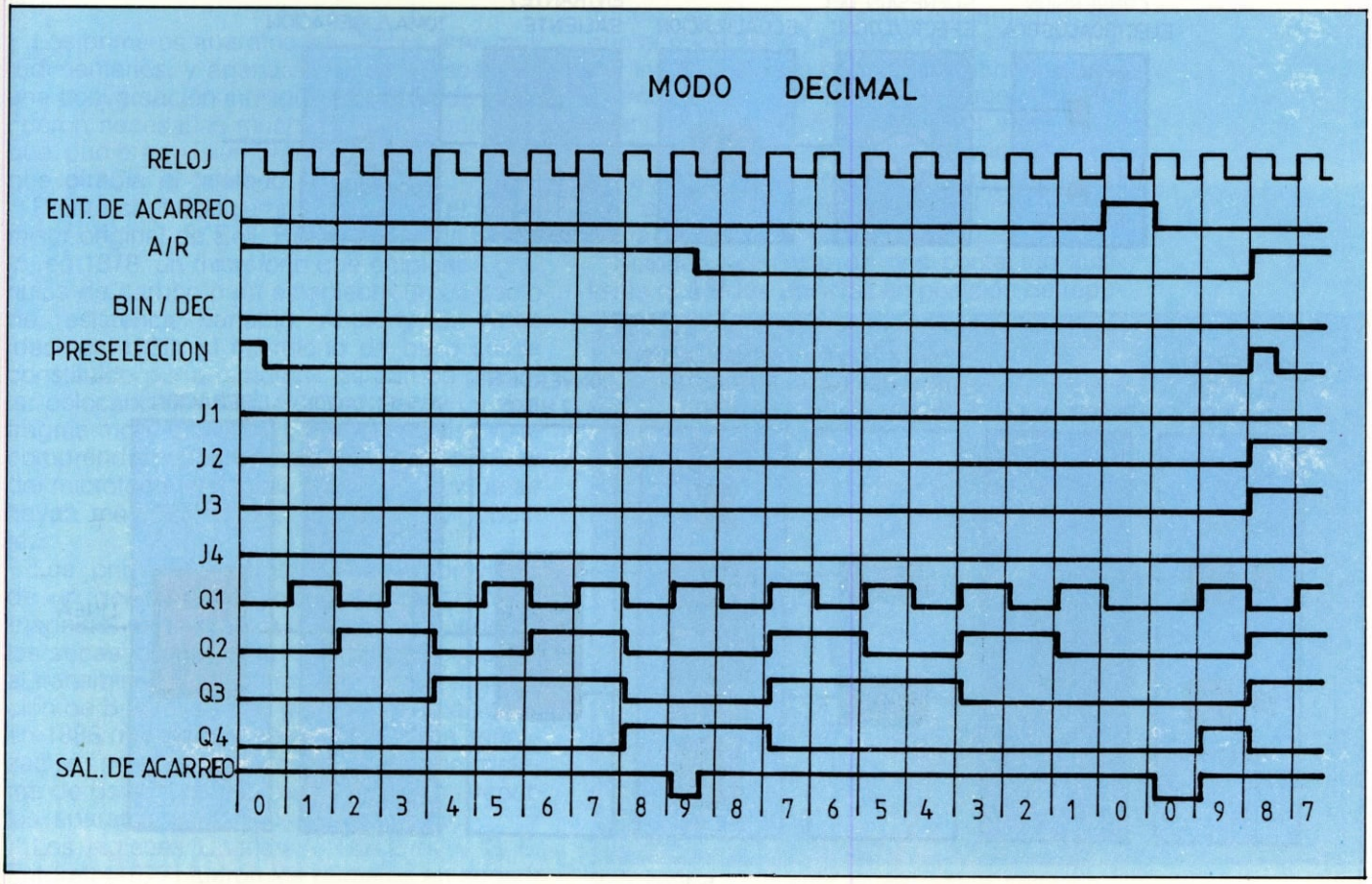
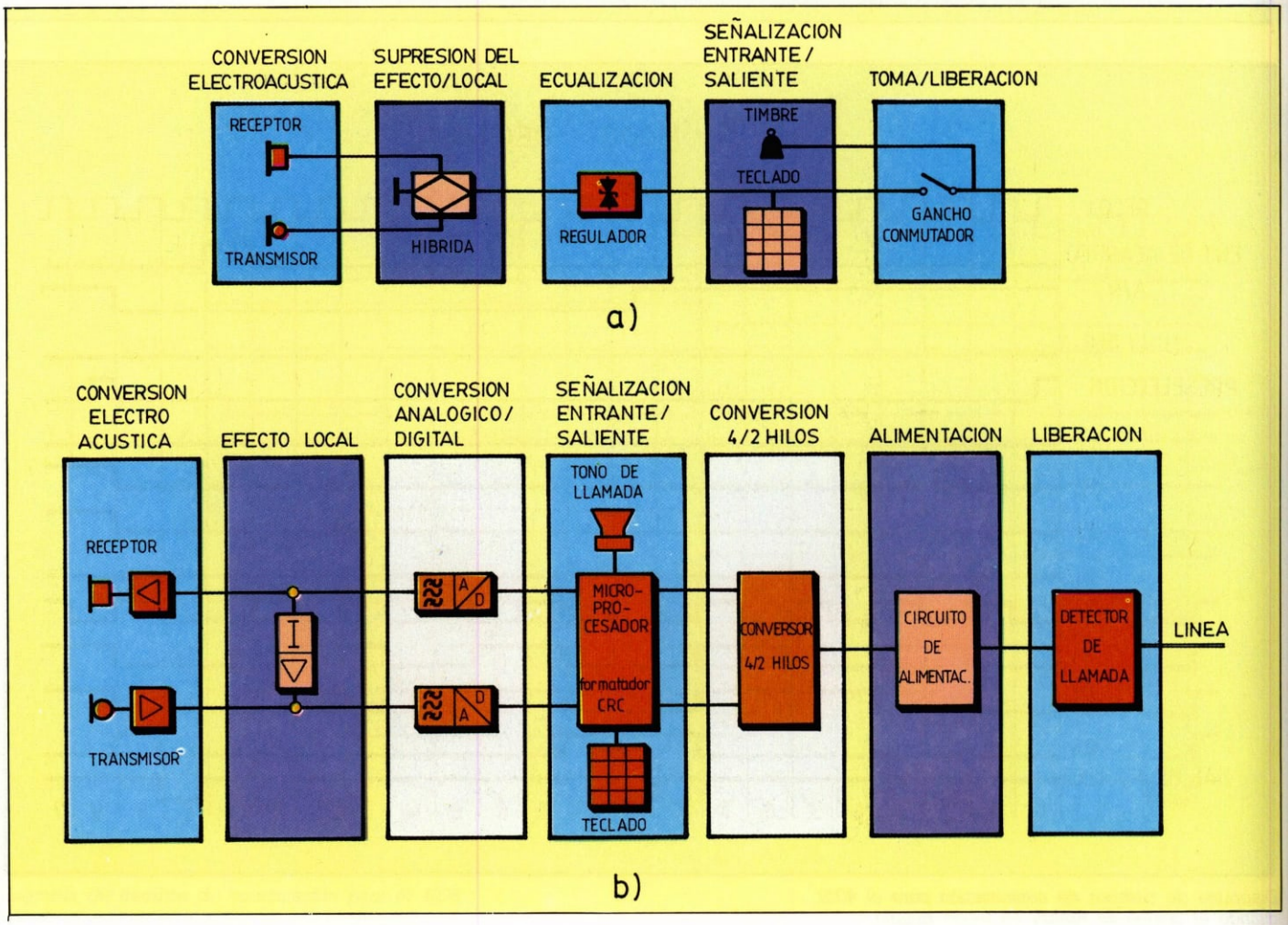




*Diagrama de tiempos de conmutación para el 4029, cuando el conteo se realiza en modo binario.*

*Esta imagen impensable hace cien años es común hoy día en la mayoría de los hogares de cualquier país civilizado.*

*Diagrama de las funciones básicas de un aparato de abonado convencional con circuitería analógica (a) y las correspondientes a un aparato de abonado digital (b).*



# EL TELEFONO

*«Mr. Watson, come here; I want you» (señor Watson, venga usted, que le necesito). Estas fueron las palabras, pronunciadas por Alexander Grahan Bell el 10 de marzo de 1876, que formaban la primera frase completa transmitida por un teléfono eléctrico, dando comienzo a una nueva era en el campo de las comunicaciones.*

Su aparato consistía en una cinta de hierro unida a una membrana que, excitada por la voz, vibraba frente a un electroimán, induciendo una corriente eléctrica ondulatoria, técnicamente capaz de transmitir la palabra. En el extremo receptor se utilizaba un dispositivo similar, en sentido inverso, para reproducir la voz.

El primer transmisor de Bell por inducción electromagnética, aunque teóricamente bien concebido, generaba una corriente tan débil que no servía para aplicaciones generales.

## Desarrollo técnico

Los primeros aparatos telefónicos eran muy rudimentarios, y apenas era posible sostener una conversación inteligible a través de ellos. Fueron necesarias muchas mejoras antes de que pudieran vislumbrarse las posibilidades que ofrecía el teléfono.

Pronto se introdujeron mejoras en el transmisor original de Bell. Henry Hunnings inventó, en 1878, un micrófono que empleaba gránulos de carbón para establecer un contacto de resistencia variable. Anthony C. White ideó, en 1890, el micrófono de base sólida constituido por un «botón» de carbón granular colocado entre un electrodo fijo y un diafragma móvil activado. El micrófono de White comprendía todas las características básicas del micrófono telefónico moderno, aunque se hayan mejorado eficacia, fidelidad y robustez.

Los primeros aparatos estaban provistos de un generador de manivela, denominado *magneto*, para llamar a la operadora, y de pilas secas locales para suministrar la energía al transmisor. En 1880 se inventó una disposición de batería central para la señalización, y en 1886 otra para la conversación y la señalización; con la introducción gradual del sistema de batería común se fueron sustituyendo los aparatos telefónicos de magneto.

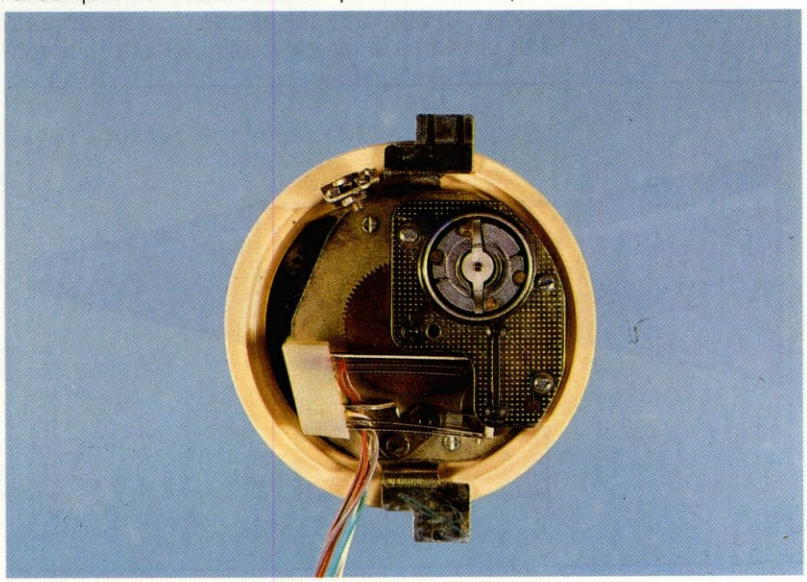
Los ingleses Charles A. MacEvoy y G. E. Pritdrett (1877) fueron los primeros en sugerir el montaje del micrófono y del auricular telefónicos en una pieza común, formando el actual microteléfono. Los microteléfonos para uso de los abonados se introdujeron en Francia hacia 1882, y su empleo se extendió rápidamente en Eüropa.

## Aparato telefónico automático

Está equipado de un disco para marcar, que es un interruptor de impulsos; tiene dos contactos principales que en la posición de reposo del disco cierran los hilos de la línea. Al sacar el disco de su posición de reposo, los contactos siguen cerrados, pero en su retroceso se abren y cierran regularmente, según el número de unidades de la cifra marcada, interrumpiendo el bucle de abonado este mismo número de veces; hay que tener en cuenta que al 0 se le asigna el valor 10

Mecánicamente, el disco dispone de un resorte en espiral y un regulador de velocidad con objeto de hacer uniforme el movimiento hacia la posición de reposo.

Dispone asimismo de dos contactos auxiliares que están abiertos en posición de repo-



*Vista interior de un disco de marcado; la marcación se efectúa durante el retroceso.*

so, y se cierran al sacar el disco de dicha posición, cortocircuitando el receptor a fin de evitar los chasquidos producidos por los impulsos en el momento de marcar.

## Aparatos electrónicos

Estos equipos telefónicos introducen una serie de modificaciones, entre las que destacan:

— Ecualización de los aparatos, con el fin de adaptar impedancias para la alimentación.
— Utilización de otros tipos de micrófonos diferentes al de carbón (presenta ganancia no lineal); así, se usan micrófonos piezoeléctricos, dotados todos ellos de amplificadores de respuesta lineal, con lo que se aumenta la sensibilidad y se disminuye la distorsión.
— Sustitución de los timbres electromagnéticos por los electrónicos.

Como ejemplo de aparatos electrónicos, es interesante referirse a los equipos telefónicos de teclado, que han conseguido reducir el tiempo empleado al marcar mediante la sustitución del disco convencional por un teclado numérico. Así, un aparato dotado de disco de marcar invierte aproximadamente en un número de siete cifras unos 12 segundos; mientras que un aparato con teclado necesita sólo 8 segundos.

Dentro de estos equipos destacaremos dos tipos:

### 1. *APARATO TELEFONICO CON TECLADO DE MARCACION DECIMAL*

Dispone de una serie de componentes integrados tipo MOS y otros componentes discretos (bobinas, resistencias, condensadores, etc.). Las características de este aparato son similares a las de cualquier otro convencional, añadiendo además las ventajas del teclado: rapidez, comodidad, velocidad de marcar óptima y relación de impulsos adecuada.

Para la realización de las funciones específicas de marcación, el aparato dispone de tres unidades integradas, cuyas misiones son: unidad de memoria, unidad osciladora y circuito de control.

### 2. *APARATO TELEFONICO CON TECLADO DE MARCACION MULTIFRECUENCIA*

Los elementos convencionales (micrófono, receptor, bobina, etc.) son idénticos a los del aparato anterior, diferenciándose en la forma de realizar la señalización numérica entre el abonado y la central, ya que en vez de aperturas y cierres del bucle de abonado producido por impulsos, pone en la línea telefónica dos frecuencias simultáneamente (comprendidas dentro de la banda de frecuencias vocales).

Las frecuencias que genera la unidad osciladora son:

| 1.209 Hz | 1.336 Hz | 1.477 Hz | f. alta / f. baja |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 697 Hz |
| 4 | 5 | 6 | 770 Hz |
| 7 | 8 | 9 | 852 Hz |
| * | 0 | # | 941 Hz |

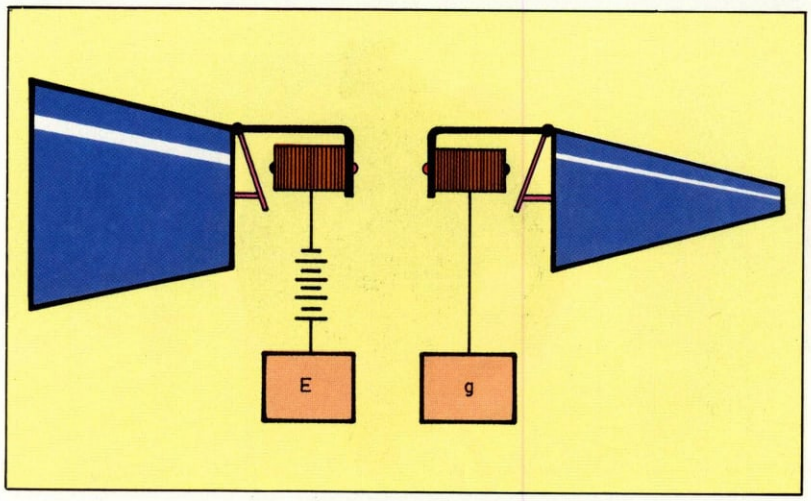
Al pulsar la tecla deseada se realizan dos funciones: seleccionar las frecuencias a emitir y conectar las señales a la línea telefónica.

Cada tecla, al actuarse, cierra dos contactos, uno que es común para todas las teclas situadas en la misma fila y que actúa la frecuencia baja y otro común a todas las teclas de la misma columna, activando la frecuencia alta.

## Aparato telefónico digital

Al llegar la digitalización hasta el propio abonado, no se necesitarán ya en el centro de conmutación varias funciones relacionadas con la conversión analógica/digital y se transferirán al aparato terminal.

El desplazamiento de la conversión A/D hasta el abonado hace posible el acceso a las redes digitales a través de un bucle digital de abonado. Además, se necesitarán otras funciones auxiliares, como la conversión de cuatro a dos hilos si el teléfono digital va a ser conectado a una central por línea de dos hilos. La utilización del bucle digital de abonado, junto con la conversión de cuatro a dos hilos, capacitará al terminal para prestar varios servicios simultáneamente sobre un par de hilos, lo que implica un ahorro en líneas.

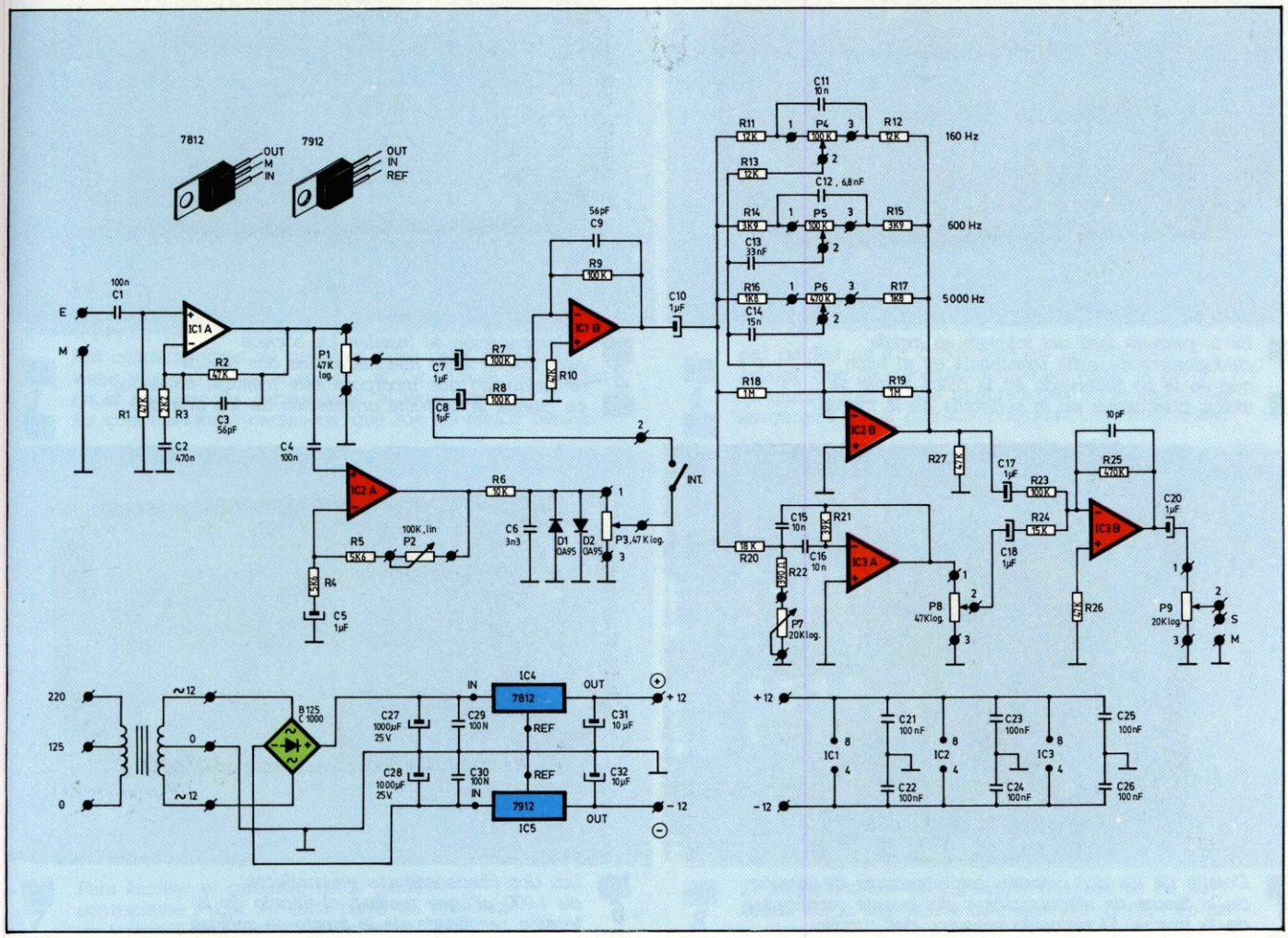



*Boceto del receptor y del transmisor de la solicitud de patente de Bell.*

# PREVIO PARA GUITARRA

*Una guitarra eléctrica puede adquirirse a un precio bastante reducido. Pero el equipo de amplificación está a un precio inasequible al aficionado de tipo medio. En estas páginas se propone la construcción de un preamplificador de altas prestaciones y calidad, de fácil montaje y bajo costo, para adaptar la guitarra eléctrica a cualquier etapa de potencia, o equipo de música, y sacarle a la misma el máximo aprovechamiento. Más adelante se publicará una etapa de potencia.*

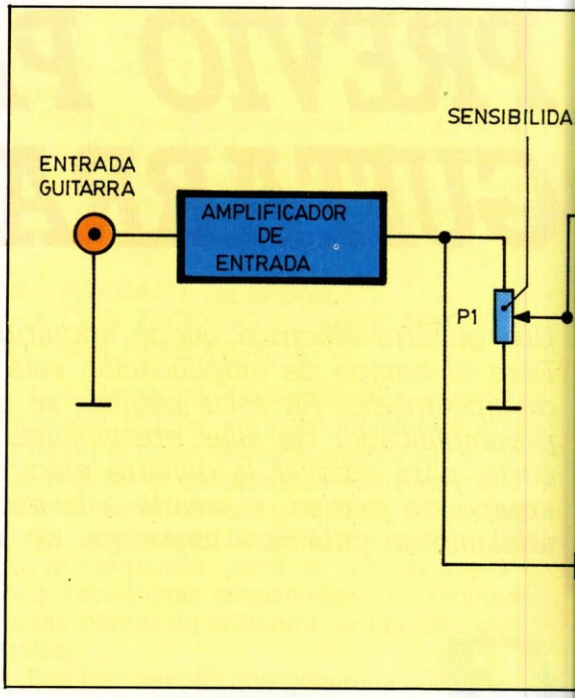
En el funcionamiento más simple, amplifica fielmente la señal de la guitarra, que atraviesa una etapa donde pueden conseguirse los tonos, con tres controles (graves, medios y agudos), y se vuelve a amplificar antes de entregarla a la salida.




*Esquema eléctrico del previo para guitarra.*

Puede obtenerse un efecto de distorsión, ajustable, y sumar éste al sonido directo, o bien anular este último y trabajar con sonido distorsionado; utilizando los mandos de sensibilidad y volumen de distorsión se puede efectuar la mezcla de ambas señales. La distorsión puede eliminarse con su interruptor correspondiente o bien poniendo el volumen de distorsión a cero. Cuando el interruptor está cerrado se mantiene encendido el diodo Led indicador de distorsión.

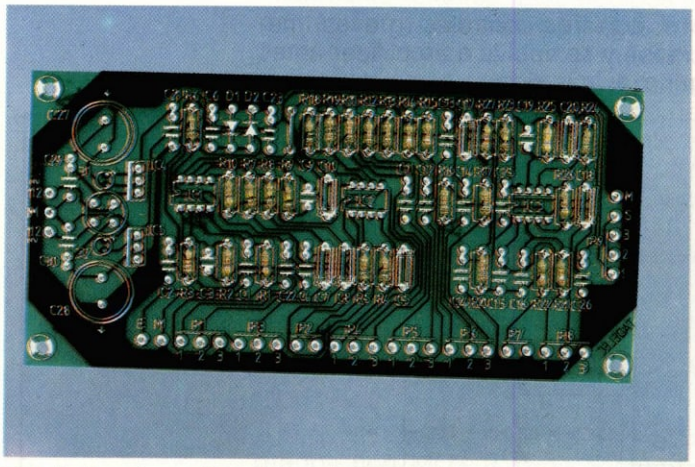
El nivel de presencia se puede graduar con su mando, pero este previo tiene la ventaja de poder seleccionar el tono realzado entre las frecuencias que van de 800 Hz a 8 kHz accionando el mando de frecuencia.



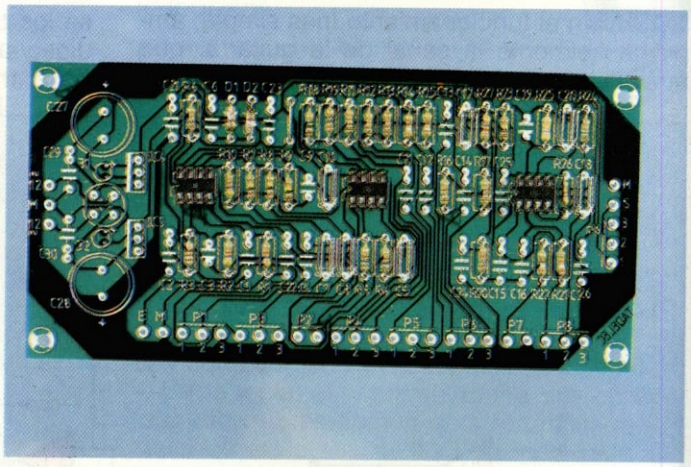

## Descripción del circuito

ETAPA PREAMPLIFICADORA

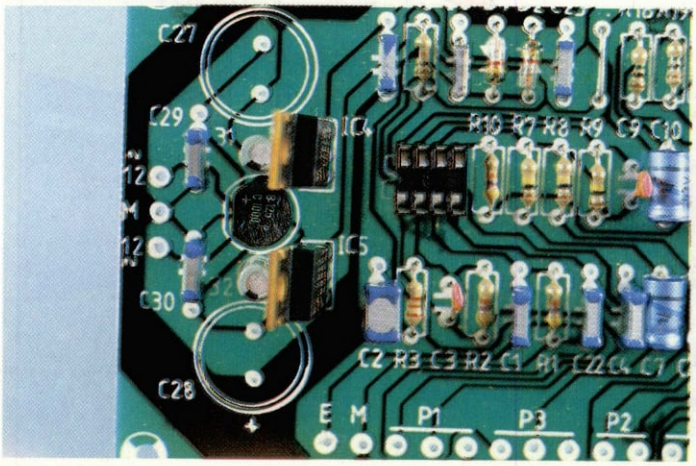
La etapa de entrada, a la que llega la señal procedente de la guitarra, es un amplificador



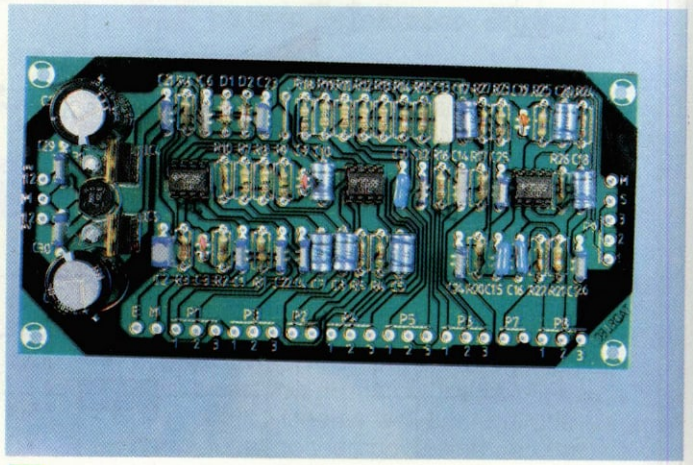
**1** *En la primera fase del montaje se instala cuidadosamente cada resistencia en el lugar que se le ha reservado en la placa y que se indica claramente en la serigrafía de la misma.*



**2** *A continuación se instalan los zócalos para los circuitos integrados, los dos diodos de germanio que incorpora este montaje, teniendo en cuenta la correcta orientación de los mismos.*




**5** *Detalle de los dos circuitos estabilizadores de tensión de la fuente de alimentación y del puente rectificador de la misma. El reducido consumo del circuito hace innecesario el empleo de disipadores de calor.*



**6** *Los dos condensadores electrolíticos de 1.000 μF que realizan el filtrado de la tensión rectificada de la fuente se sueldan en el último lugar por ser de gran tamaño.*

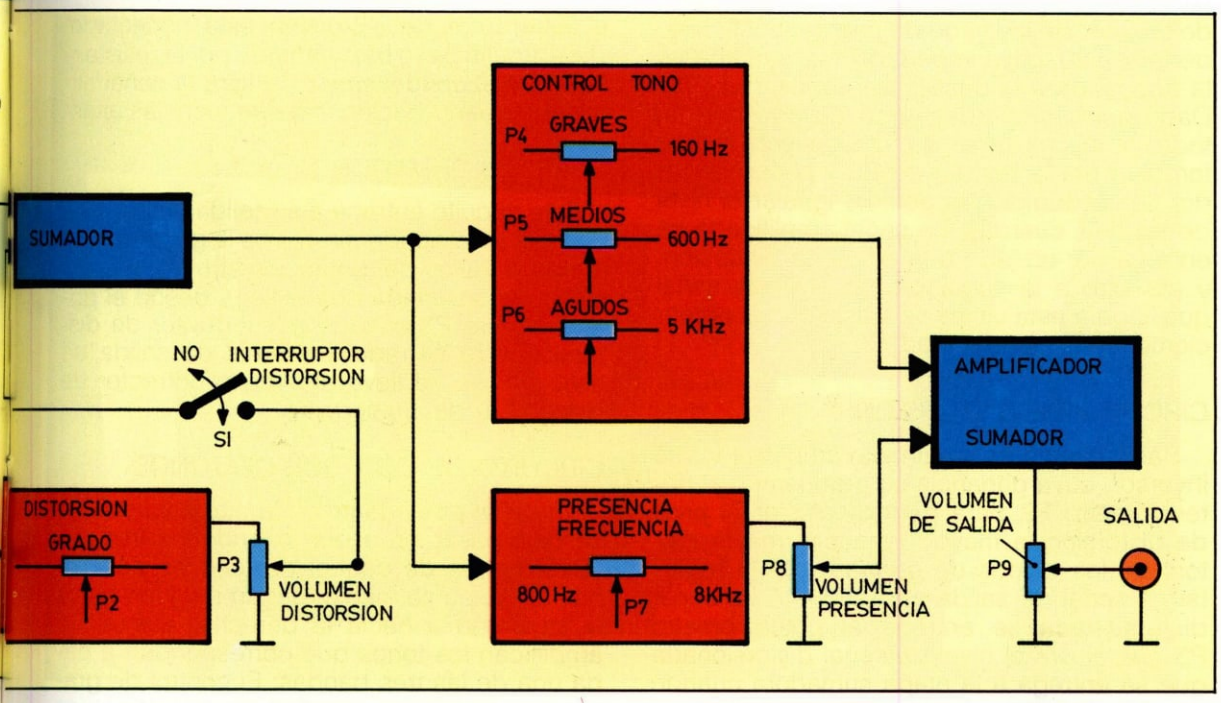
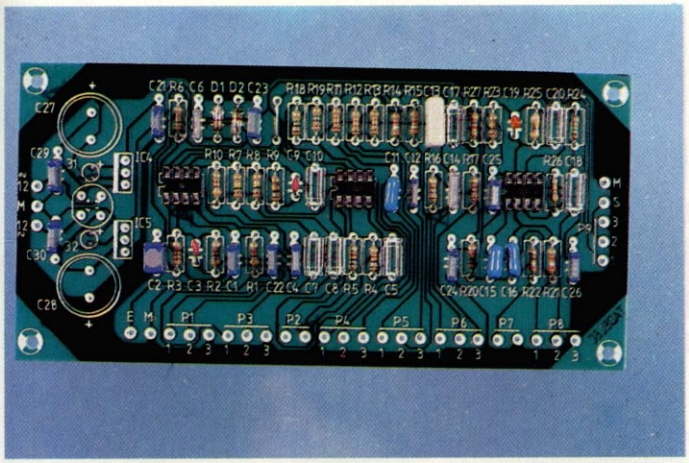
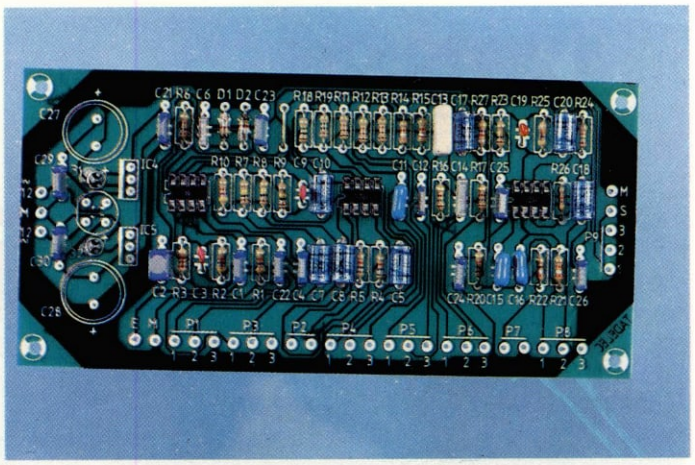


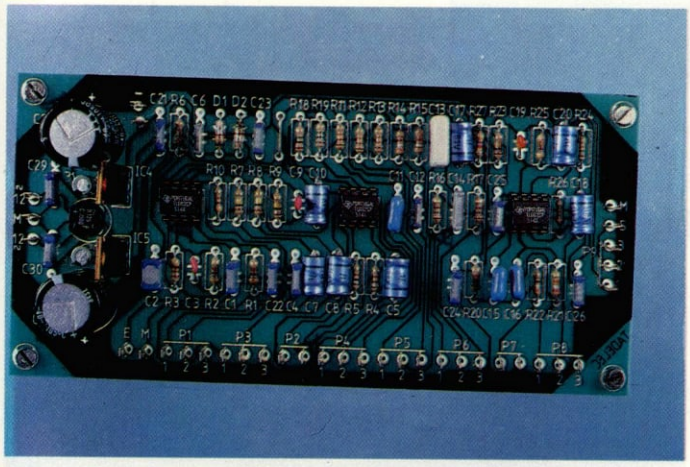

*Diagrama de bloques.*



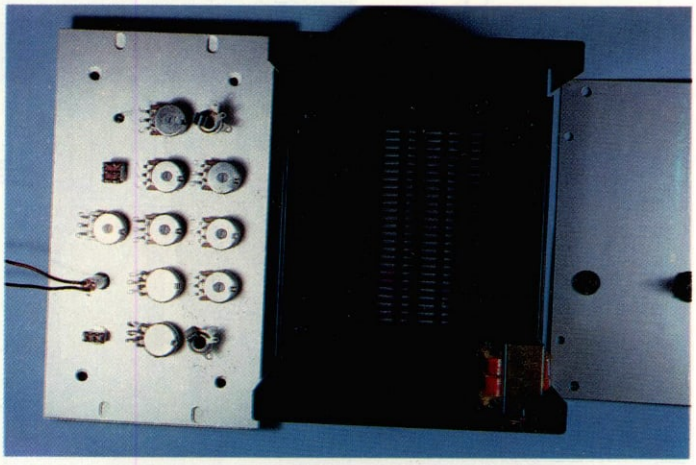
**3** *Los condensadores de poliéster, cuyo valor capacitivo viene impreso sobre el cuerpo de los mismos, se sueldan en el sitio que les corresponde, al igual que los condensadores cerámicos, que son de menor tamaño.*



**4** *Las patillas de los condensadores electrolíticos axiales, que se colocarán tumbados sobre la placa, se introducirán en las perforaciones de la placa, tras asegurarse de la correcta polaridad del condensador.*



**7** *Para facilitar el cableado de la placa es conveniente soldar en cada punto de conexión un terminal para circuito impreso de tipo espadín y proceder al estañado del mismo.*



**8** *El transformardor de alimentación se instala en un lateral de la caja sujetándolo con dos tornillos en las perforaciones del mismo. Los potenciómetros se instalan en el panel frontal con los terminales hacia arriba.*

de tensión, no inversor, de una ganancia alrededor de 20, cuya impedancia de entrada es la adecuada a la pastilla de la guitarra, 47K. Dado que las cuerdas de la guitarra no dan todas la misma señal, se ha dispuesto el filtro formado por la resistencia R3 y el condensador C2 de forma que permite igualar el nivel de las seis cuerdas. La señal amplificada se entrega por un lado a la etapa de distorsión, y por otro a la sumadora; el nivel de señal que llega a esta última se ajusta con el potenciómetro de sensibilidad P1.

## CIRCUITO DE DISTORSION

Básicamente es un circuito amplificador no inversor, cuya ganancia se gradúa con el potenciómetro P2 para permitir ajustar el nivel de distorsión; a mayor ganancia, mayor distorsión; los diodos de germanio 0A95 recortan la señal de salida a ± 200 mV. La señal distorsionada se entrega al potenciómetro P3 que ajusta el nivel de señal distorsionada que se entrega a la etapa sumadora cuando el interruptor de distorsión está conectado.

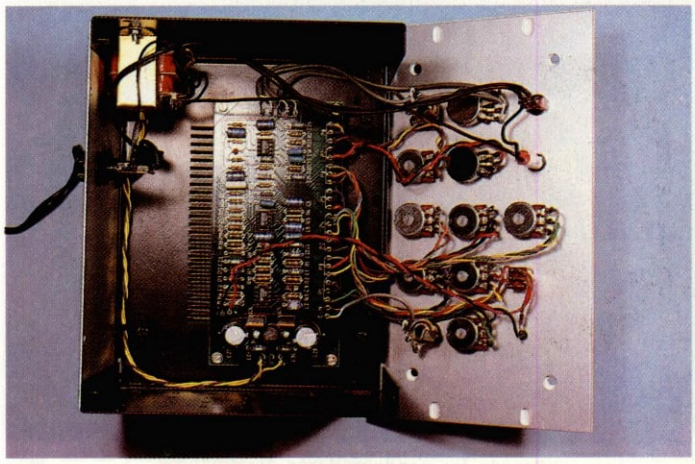
El circuito paso bajo formado por la resistencia R6 y el condensador C6 filtra la señal eliminando perturbaciones de frecuencias altas.

## CIRCUITO SUMADOR

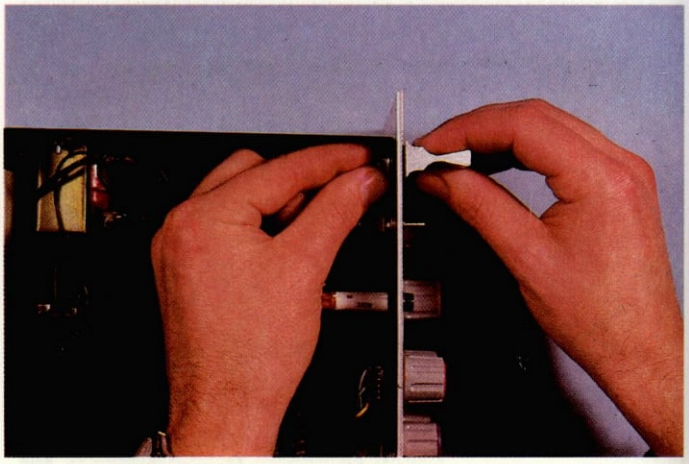
Este circuito entrega a su salida la suma de la señal amplificada directa de la guitarra, que recibe a través del potenciómetro P1, y de la señal distorsionada que le llega desde el potenciómetro P3 cuando el interruptor de distorsión está cerrado. La señal de salida de este circuito se lleva al circuito corrector de tonos y al de presencia.

## CIRCUITO DE CONTROL DE TONOS

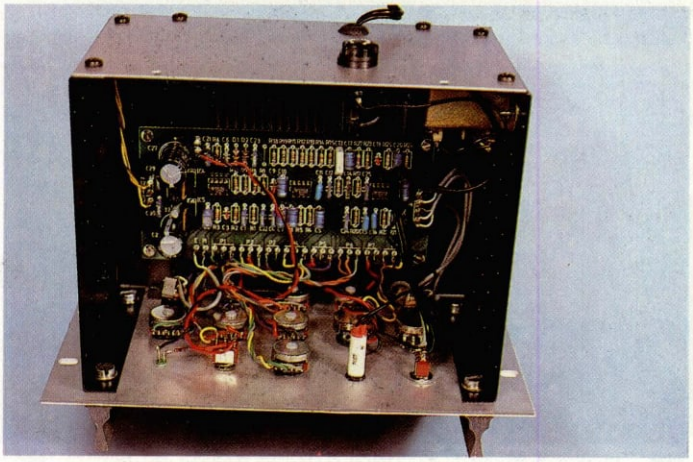
La señal procedente de la etapa sumadora se deja pasar sin alterar cuando los tres potenciómetros de control de tono se posicionan en su punto medio. Según se giren hacia la izquierda o hacia la derecha, atenúan o amplifican los tonos que corresponden a cada una de las tres bandas. El control de gra-



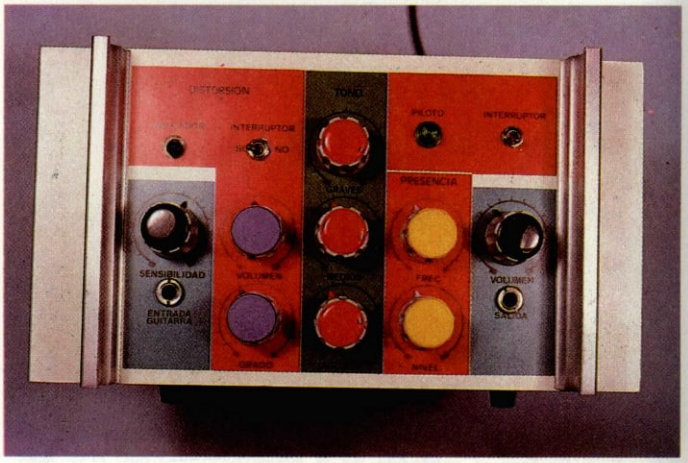
**9** *El cableado es sumamente sencillo si se leen las instrucciones dadas en el texto y se sigue el diagrama que indica cómo hacerlo, evitando cortocircuitos y soldaduras falsas.*



**10** *El panel se sujeta con los cuatro tornillos de los asideros del frontal; tanto éstos como el resto de los tornillos deben apretarse bien para segurar la caya la unión eléctrica entre las diferentes partes de la misma.*



**11** *Vista del interior del aparato antes de proceder al atornillado de la tapa superior del mismo. Le recordamos que la caja se puede desmontar totalmente, lo que facilita el acceso al circuito interno.*




**12** *Es conveniente realizar una carátula para indicar la función de cada mando del frontal, así como situar cada uno de ellos en una posición lógica y cómoda. Le aconsejamos el uso de letras autoadhesivas.*

*Diagrama de cableado del previo para guitarra.*

12
0
12
0
220
NEON
FUSIBLE 500 mA
INTERRUPTOR ALIMENTACION
PLACA DE CIRCUITO IMPRESO
CONECTOR SALIDA
CONECTOR ENTRADA GUITARRA
12 ~
M
12 ~
E M
P1 P3 P2 P4 P5 P6 P7 P8
M S 3 2 1
R27 1K
LED INDICADOR
SENSIBILIDAD
GRADO DISTORSION
VOLUMEN DISTORSION
INTERRUPTOR DISTORSION
GRAVES
MEDIOS
AGUDOS
CONTROL DE TONO
FRECUENCIA
NIVEL
PRESENCIA
VOLUMEN SALIDA

ves se centra en 160 Hz, el de medios en 600 Hz, y el de agudos en 5 kHz, la ganancia de cada filtro varía hasta ± 12 dB. Estas tres frecuencias se han elegido pensando especialmente en una guitarra eléctrica.

CIRCUITO DE PRESENCIA

En la guitarra, además de los tonos puros, se generan otros tonos correspondientes a los armónicos, de frecuencias múltiples impares de la cuerda, y de una amplitud mucho menor.

Este circuito es un amplificador con el que se selecciona una banda de frecuencia, que puede centrarse entre 800 Hz y 8 kHz manipulando el mando de frecuencia, eligiendo con esta operación la banda de tonos armónicos cuya presencia se quiere realizar. La intensidad (volumen) de esta presencia se ajusta con el potenciómetro P8.

ETAPA FINAL

La última etapa suma las señales que entregan el circuito de control de tonos y el de presencia, y amplifica esta suma hasta un nivel suficiente para excitar cualquier modelo de amplificador o etapa de potencia de audio, adaptando la salida al nivel de entrada de los mismos con el potenciómetro P9.

FUENTE DE ALIMENTACION

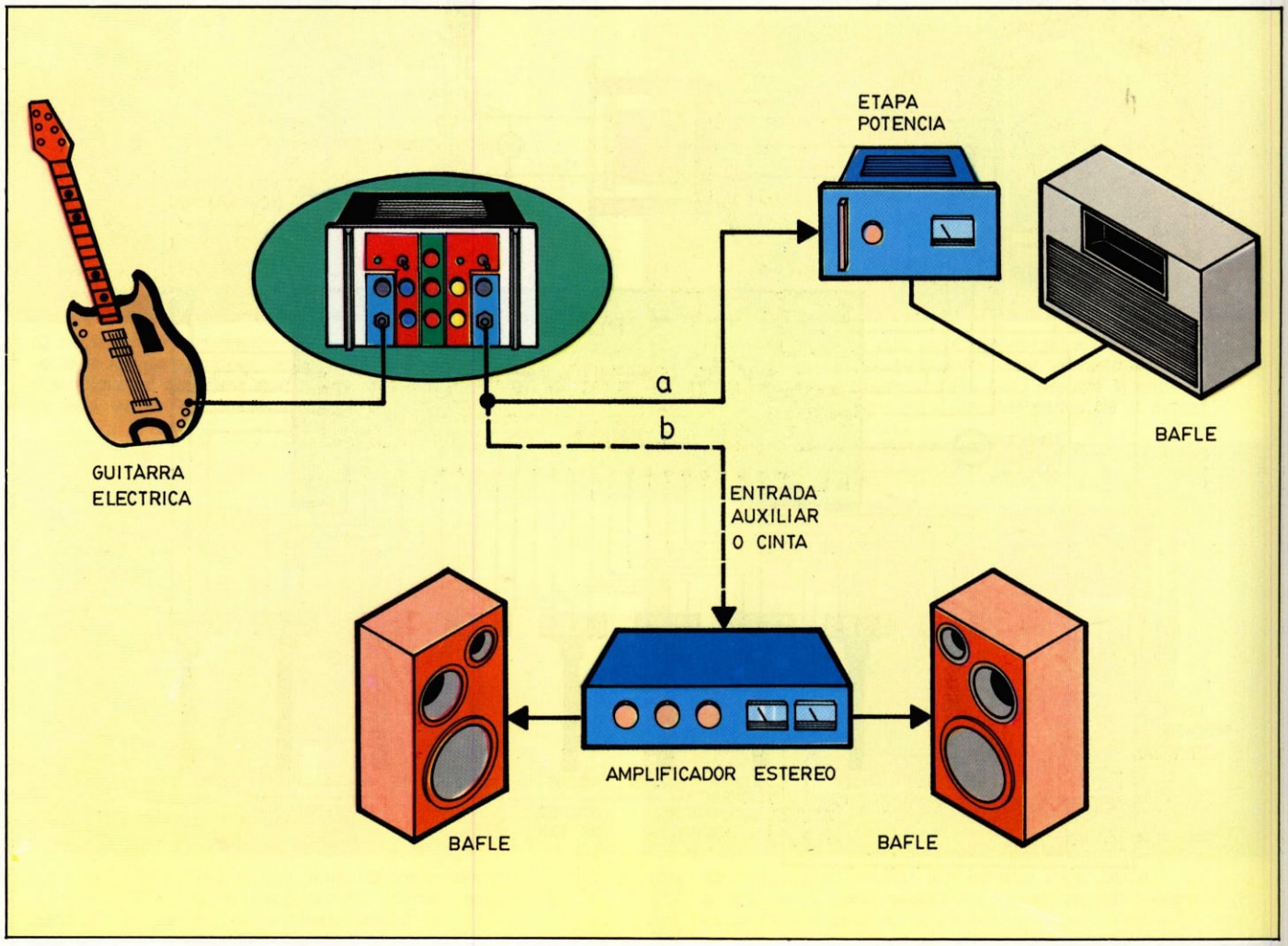
Este montaje incorpora en la misma placa los componentes de la fuente de alimentación, la cual proporciona a su salida las tensiones de + 12 y − 12 V referidos a masa. Estas tensiones están estabilizadas por los circuitos integrados IC4 e IC5, que no necesitan componentes externos de ajuste

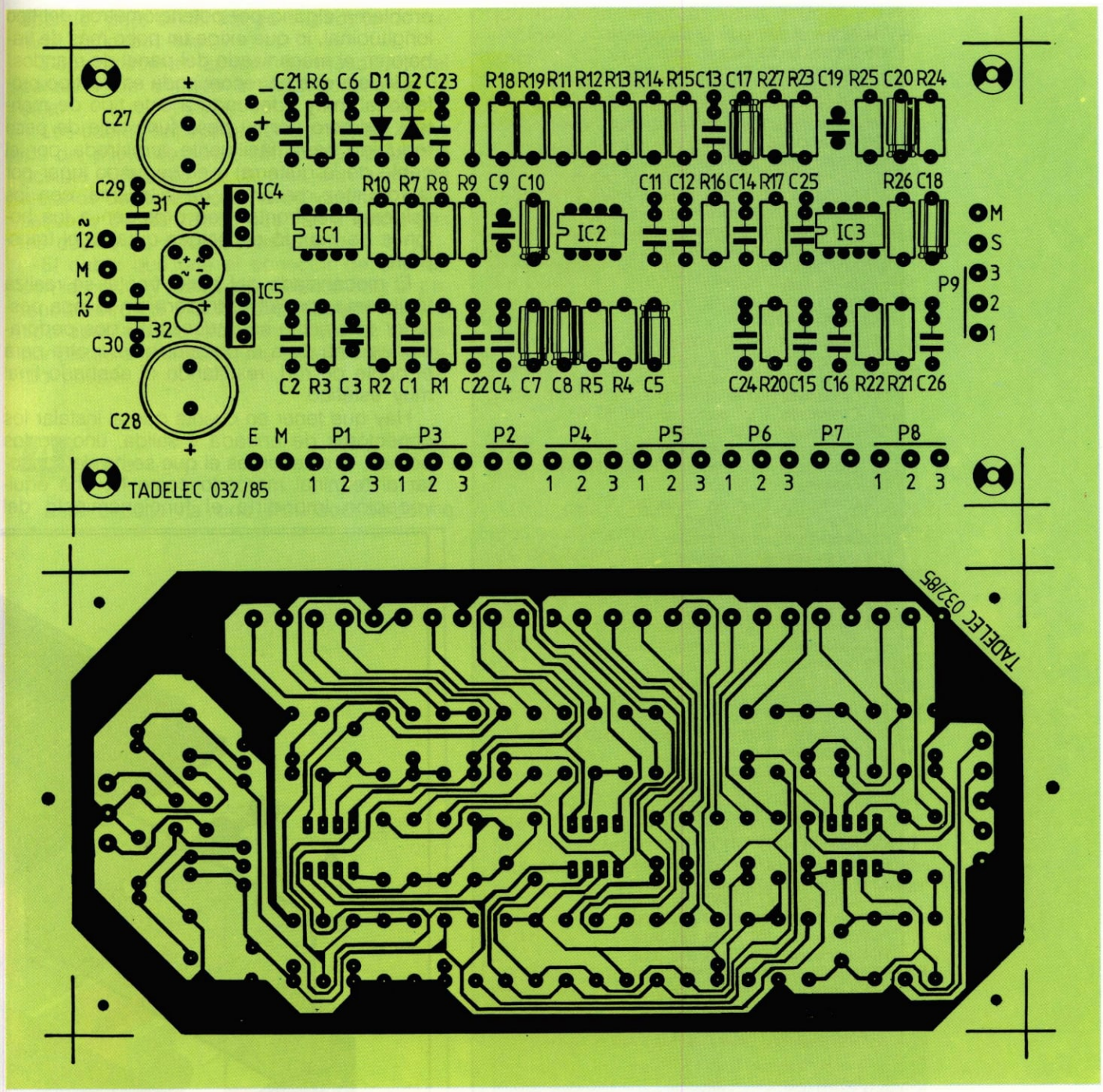
## Montaje

El montaje de este equipo es sencillo y requiere solamente unos conocimientos elementales de electrónica, y saber utilizar adecuadamente una taladradora, tarea también bastante fácil.

Todos los componentes electrónicos están incluidos en una única placa de circuito impreso, a excepción del transformador de alimentación y de los potenciómetros de control del previo; éstos son del tipo giratorio, por ser de menor coste y por su facilidad de instalación, con sólo atornillarlos en un taladro de 10 mm. No obstante, pueden sustituirse sin

*Conexión del previo a una etapa de potencia (a) o a un amplificador estereofónico (b).*






*Circuito impreso del previo para guitarra, y serigrafía de componentes del previo para guitarra.*

## LISTA DE COMPONENTES

*RESISTENCIAS*

R1 –Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R2 –Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R3 –Resistencia 2K2 (rojo, rojo, rojo).
R4 –Resistencia 5K6 (verde, azul, rojo).
R5 –Resistencia 5K6 (verde, azul, rojo).
R6 –Resistencia 10 K (marrón, negro, naranja).
R7 –Resistencia 100 K (marrón, negro, amarillo).
R8 –Resistencia 100 K (marrón, negro, amarillo).
R9 -Resistencia 100 K (marrón, negro, amarillo).
R10–Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R11–Resistencia 12 K (marrón, rojo, naranja).
R12–Resistencia 12 K (marrón, rojo, naranja).
R13–Resistencia 12 K (marrón, rojo, naranja).

R14-Resistencia 3K9 (naranja, blanco, rojo).
R15-Resistencia 3K9 (naranja, blanco, rojo).
R16-Resistencia 1K8 (marrón, gris, rojo).
R17-Resistencia 1K8 (marrón, gris, rojo).
R18-Resistencia 1 M (marrón, negro, verde).
R19-Resistencia 1 M (marrón, negro, verde).
R20-Resistencia 18 K (marrón, gris, naranja).
R21-Resistencia 39 K (naranja, blanco, naranja).
R22-Resistencia 390 Ω (naranja, blanco, marrón).
R23-Resistencia 100 K (marrón, negro, amarillo).
R24-Resistencia 15 K (marrón, verde, naranja).
R25-Resistencia 470 K (amarillo, violeta, amarillo).
R26-Resistencia 47 K (amarillo, violeta, naranja).
R27-Resistencia 1 K (marrón, negro, rojo) (montado fuera del circuito impreso).

*CONDENSADORES*

C1 -Condensador 100 nF poliéster.
C2 -Condensador 470 nF poliéster.
C3 -Condensador 56 pF cerámico.
C4 -Condensador 100 nF poliéster.
C5 -Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C6 -Condensador 3,3 nF poliéster.
C7 -Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C8 -Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C9 -Condensador 56 pF cerámico.
C10-Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C11-Condensador 10 nF poliéster.
C12-Condensador 6,8 nF poliéster.
C13-Condensador 33 nF poliéster.
C14-Condensador 15 nF poliéster.
C15-Condensador 10 nF poliéster.
C16-Condensador 10 nF poliéster.
C17-Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C18-Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C19-Condensador 10 pF cerámico.
C20-Condensador 1 μF electrolítico axial, 63 V.
C21 a C26-Condensadores 100 nF poliéster
C27-Condensador 1.0000 μF electrolítico radial, 25 V.
C28-Condensador 1.000 μF electrolítico radial, 25 V.
C29-Condensador 100 nF poliéster.
C30-Condensador 100 nF poliéster.
C31-Condensador 10 μF electrolítico radial, 63 V.
C32-Condensador 10 μF electrolítico radial, 63 V.

*POTENCIOMETROS*

P1-Potenciómetro 47 K LOG para panel.
P2-Potenciómetro 100 K LIN para panel.
P3-Potenciómetro 47 K LOG para panel.
P4-Potenciómetro 100 K LIN para panel.
P5-Potenciómetro 100 K LIN para panel.
P6-Potenciómetro 470 K LIN para panel.
P7-Potenciómetro 20 K LOG para panel.
P8-Potenciómetro 47 K LOG para panel.
P9-Potenciómetro 20 K LOG para panel.

*SEMICONDUCTORES*

IC1-Circuito integrado TL082.
IC2-Circuito integrado TL082.
IC3-Circuito integrado TL082.
IC4-Circuito integrado 7812.
IC5-Circuito integrado 7912.
PR1-Puente rectificador B125/C1000.
1-Diodo Led verde 5 mm de diámetro.

*VARIOS*

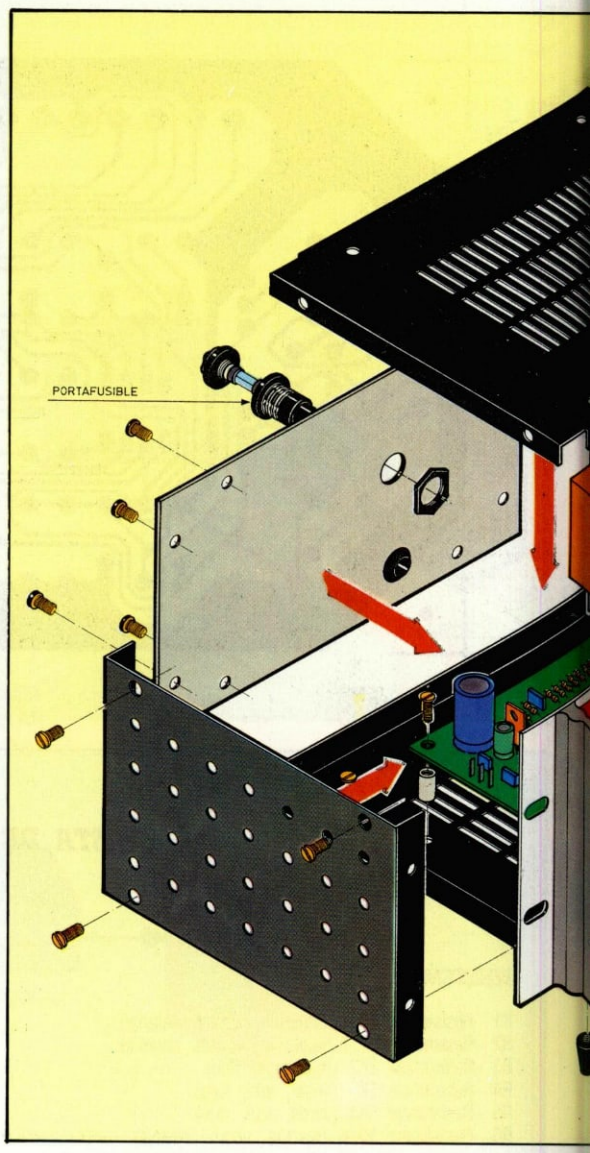
3 zócalos para circuito integrado de 8 patillas.
1 piloto de neón verde para 220 V.
1 conmutador sencillo.
1 conmutador doble.
9 botones de mando para los potenciómetros.
2 conectores jack hembra grandes para panel.
1 transformador red 220 V/12+12/500 mA.
1 portafusibles.
1 fusible 100 mA.
32 terminales tipo espadín.
1 cable de red con clavija.

problema alguno por potenciómetros del tipo longitudinal, lo que exige un poco más de trabajo en el mecanizado del panel de mandos.

La caja que se recomienda es del tipo profesional, muy adecuada a este tipo de montaje, primero por su peso (una caja de peso reducido sería fácilmente arrastrada por el cable de la guitarra) y en segundo lugar por la robustez mecánica de la misma, con los asideros del frontal que protegen a los botones de mando de golpes durante el transporte.

El mecanizado del panel frontal se realiza fácilmente con la taladradora; en la tapa posterior solamente son necesarias dos perforaciones, una para el portafusibles, y otra para el cable de red, resultando el acabado final muy estético.

Hay que tener en cuenta que al instalar los conectores de entrada y salida, uno de los bornes, el exterior, es el que se ha de conectar al terminal marcado como M; una equivocación impediría el funcionamiento del




*Despiece del previo para guitarra.*

aparato, pero sin embargo el circuito no sufriría daño por ello.

Debe unirse el terminal de masa (M) del conector de entrada a algún tornillo de la caja.

Los cables del interruptor de red, así como los del piloto de neón, irán lo más próximos posible a la tapa de la caja con el fin de alejarlos del potenciómetro de volumen, de la salida, y de los cables que van a éstos, con los cuales no deben entrelazarse.

El cable que une el conector de entrada con la placa, y los que van desde ésta al potenciómetro P9 y a la salida, deben ser del tipo apantallado, procurando que el correspondiente a la entrada sea de la menor longitud posible.

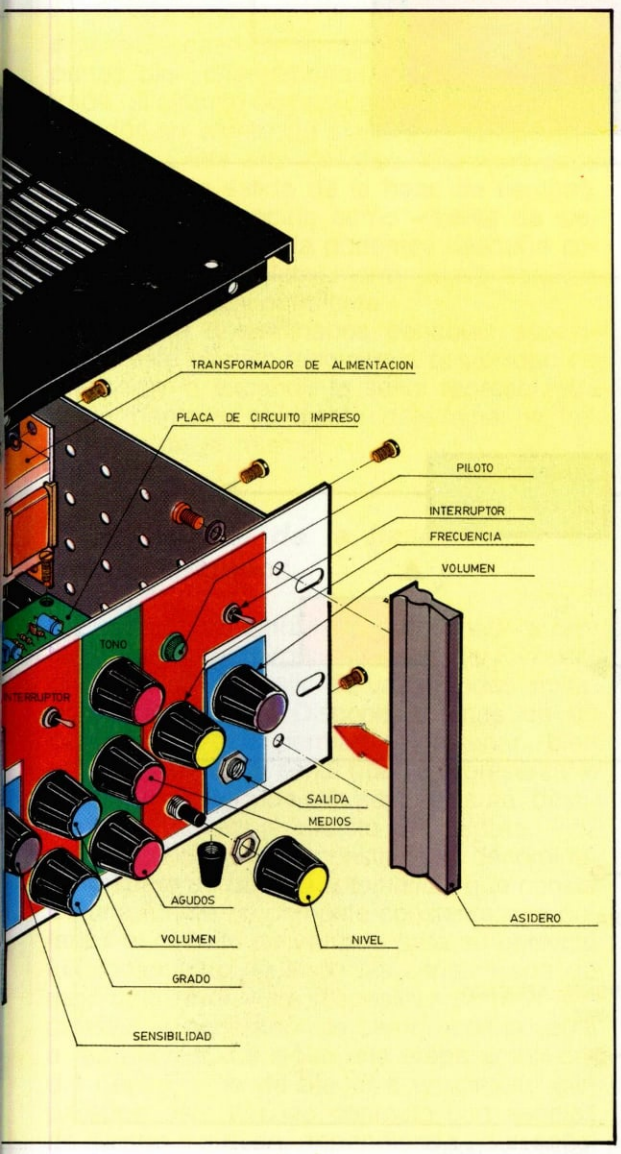
## Ajuste

Este circuito ha sido diseñado de forma que no necesita ningún ajuste interno, y debe funcionar a la perfección desde el primer instante.

Puede ser que algún tipo de cápsula entregue un nivel excesivo de señal y sature el circuito de entrada; este efecto se aprecia en forma de distorsión a pesar de estar desconectado el interruptor de la misma. Se elimina fácilmente bajando el volumen en la guitarra.

Cuando se conecte a un amplificador estereofónico, en la entrada auxiliar o de cinta, deberá bajarse bastante el volumen de salida, pues dicho amplificador se satura y distorsiona si se le entrega una señal de más de 200 mV.

Con un amplificador profesional sucede lo contrario, pues su sensibilidad de entrada se sitúa alrededor de 1 V.




## Aplicaciones

Con este circuito se consiguen variados efectos utilizando adecuadamente los controles del mismo.

Está especialmente diseñado para trabajar con una guitarra eléctrica, y así se ha calculado el circuito corrector de tonos, el de presencia y la ecualización del circuito de entrada. Si se utiliza otro instrumento, por ejemplo un bajo eléctrico (sólo recomendable en caso de emergencia), debe situarse el mando de volumen de presencia a cero y los controles de tono en posición intermedia; el efecto distorsión sí puede utilizarse. Si se hace uso de los mandos de tono y de presencia se alterará el sonido del bajo, circunstancia que puede utilizarse intencionadamente a sabiendas de que el sonido será «algo raro», obteniendo efectos que en algunos casos pueden ser a gusto del usuario; es cuestión de hacer pruebas.

### CONTROL DE MANDOS DEL PREVIO PARA GUITARRA

| | |
|---|---|
| *Sólo sonido* | — *Interruptor distorsión en posición «NO»*<br>— *Volumen de presencia en mínimo* |
| *Solo sonido distorsionado* | — *Control de sensibilidad en mínimo.*<br>— *Ajustar volumen y grado de distorsión* |
| *Presencia* | — *Seleccionar la gama de tonos a realizar con el control de frecuencia.*<br>— *Se anula con el mando de volumen de presencia en mínimo.* |
| *Sonido directo más distorsión* | — *Se hace la mezcla con los controles de sensibilidad y volumen de distorsión.* |

ENTRADA
ATENUADOR VERTICAL
AMPLIFICADOR VERTICAL
SINCRONISMO INTERIOR
AMPLIFICADOR HORIZONTAL
CONFORMADOR DE DISPARO
MULTIVIBRADOR DE COMPUERTA
INTEGRADOR MILLER
SINCRONISMO EXTERIOR

*Diagrama de bloques general de un osciloscopio. Se aprecia en línea de puntos la parte correspondiente a la base de tiempos.*

V
t
TENSION DE ENTRADA
CONFORMADOR DE DISPARO
MULTIVIBRADOR DE COMPUERTA
V
t
V
t
INTEGRADOR MILLER
DIENTE DE SIERRA
V
TENSION APLICADA AL TRC
t

*Se muestra aquí la disposición de las partes que constituyen una base de tiempos. El disparo se puede producir en distintos puntos de la curva. En el caso representado el disparo se produce en el paso por cero.*

# OSCILOSCOPIO (BASE DE TIEMPOS)

*Uno de los componentes fundamentales de un osciloscopio lo constituye un circuito encargado de reproducir mediante la tensión adecuada a las placas deflectoras horizontales cualquier tipo de señal periódica (es decir, una señal que se repite de forma idéntica en el tiempo) en la pantalla del osciloscopio. Para conseguir esto se requiere una sincronización entre la tensión correspondiente a la señal a representar y la procedente del circuito comentado anteriormente, conocido como* base de tiempos.

La base de tiempos consta de cuatro partes bien diferenciadas: el circuito de entrada, el circuito disparador de barrido, el generador en diente de sierra y el circuito de borrado. Cada uno de ellos interviene para generar, a la salida de la base de tiempos, una tensión conocida como «diente de sierra». Dicha tensión la podemos describir como una rampa relativamente suave seguida de una abrupta pendiente.

Mediante determinados controles asociados a este circuito tenemos la posibilidad de comprimir o expandir la señal representada en la pantalla, así como determinar la frecuencia de la misma.

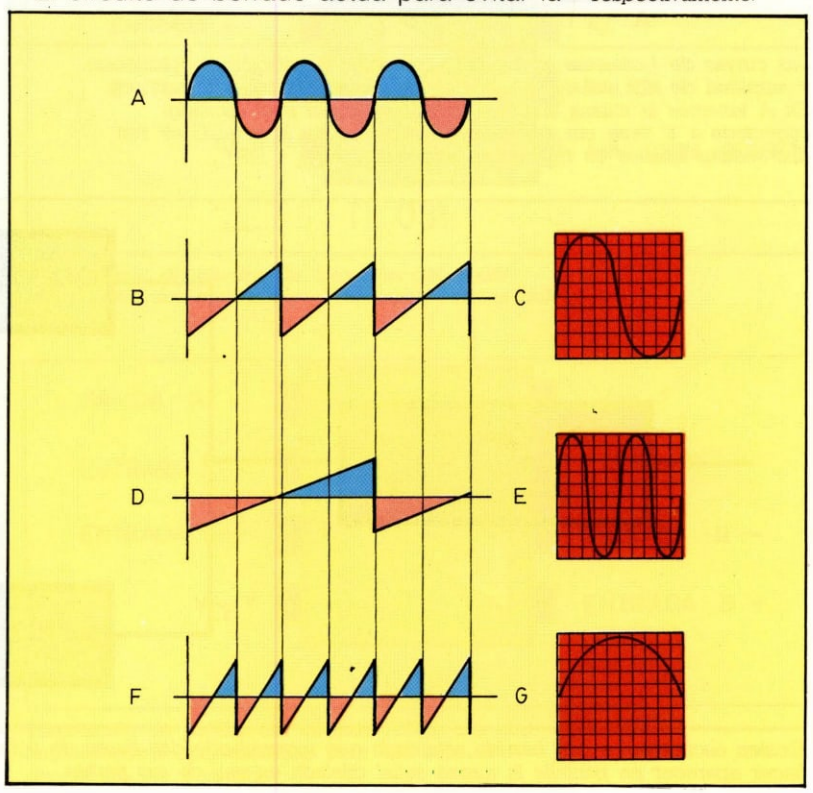
## Estructura de la base de tiempos

El circuito de entrada está destinado a proteger de sobrecargas al resto del circuito, disponiendo para ello de unos diodos limitadores de tensión. Dispone además de un conmutador que permite seleccionar, bien una muestra de la señal que se representa, o bien una muestra de otra señal externa, destinadas a activar el circuito de disparo.

El segundo paso lo constituye el denominado *disparo de barrido automático,* que consta de una fuente de corriente constante que polariza el circuito de entrada para su correcto funcionamiento. Cuando las señales son de muy bajo nivel, este dispositivo permite sincronizar al generador de barrido con la señal a representar. Le sigue una etapa amplificadora encargada de atacar a un circuito disparador; este circuito conmuta con señales de bajada o subida, dependiendo de la señal procedente del amplificador; seguidamente, este disparador ataca a un oscilador cuya frecuencia de oscilación se puede variar seleccionando distintos valores de condensadores asociados a él.

Por último, el circuito de barrido lo constituye una fuente de corriente constante que carga el condensador seleccionado con anterioridad. La carga y descarga de dicho condensador provoca una tensión en «diente de sierra» constituyendo el generador de barrido que se aplica a las placas deflectoras horizontales.

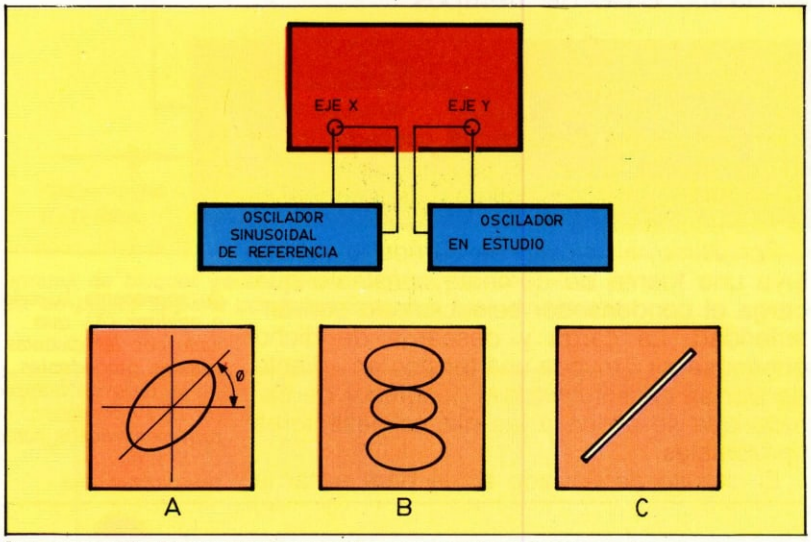
El circuito de borrado actúa para evitar la




*Se representa la señal a analizar (A), que junto con las distintas señales procedentes de la base de tiempos (B, D, F) producen representaciones como C, E y G, respectivamente.*

aparición en la pantalla del retroceso del haz electrónico entre dos impulsos consecutivos; esto se consigue haciendo negativa la rejilla del tubo de rayos catódicos durante el retroceso.

Desde el exterior se puede actuar sobre la base de tiempos a través de determinados controles. La misma se puede sincronizar, bien con una señal exterior o con la propia señal a representar en pantalla. Un conmutador (el que da las verdaderas propiedades a la base de tiempos) permite seleccionar distintas frecuencias de las señales, haciendo el barrido más o menos rápido según los requisitos de la forma de onda. Una tercera posibilidad la constituye el poder sincronizar la representación de la señal con la frecuencia de la red, siendo posible observar en este caso la perturbación que la variación de la tensión de la red produce en la señal.



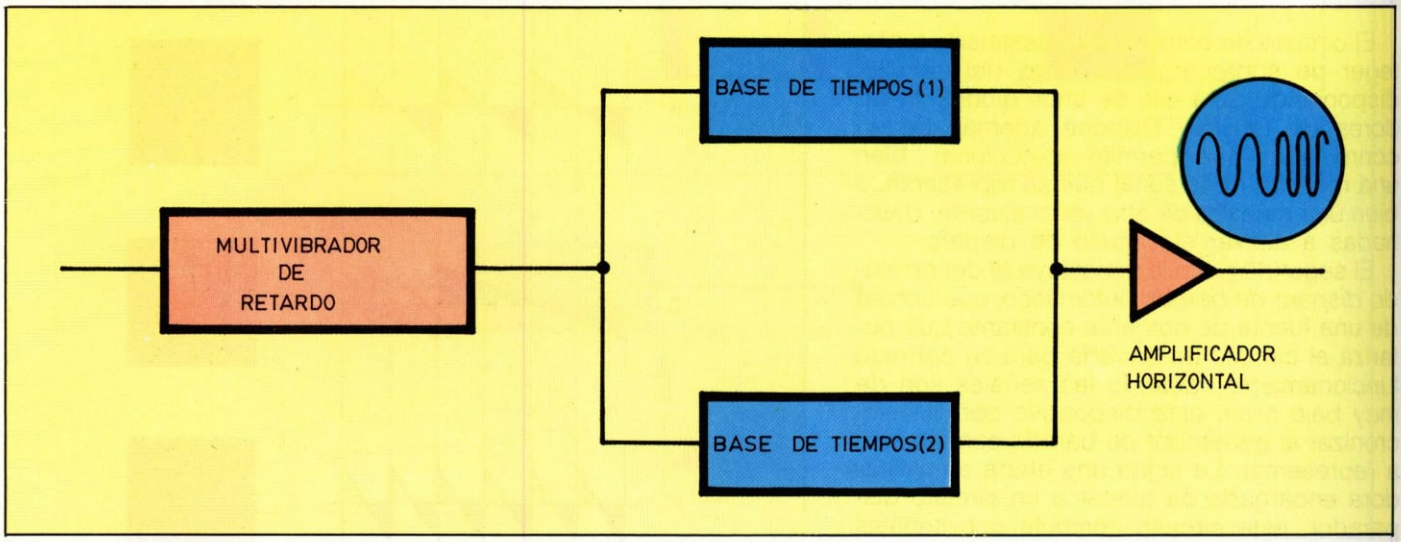

*Las curvas de Lissajouss sirven para comparar la relación en frecuencia y amplitud de dos señales periódicas, empleando la base de tiempos. En A tenemos la misma amplitud y desfase $\phi$; en B el oscilador conectado a Y tiene una frecuencia 3 veces la de X; y en C se ven dos señales iguales en frecuencia, amplitud y fase.*

## Aplicaciones

La base de tiempos se puede emplear en la determinación de parámetros de las señales tales como frecuencia, fase, etc., y en definitiva en la representación de los valores que la señal va teniendo en el tiempo. Naturalmente, se requiere que dichas señales sean periódicas.

La representación de una señal de 1 kHz y unos valores entre picos de 2 V necesita de la intervención tanto del amplificador horizontal como del vertical; actuando sobre el amplificador vertical podemos tanto comprimir como dilatar la señal representada en cuanto a sus valores de amplitud. Sin embargo, cuando queramos obtener una representación adecuada en el tiempo actuaremos sobre la base de tiempos de manera que la señal a representar aparezca en la pantalla de una forma clara. Si la selección hecha en la base de tiempos no es adecuada, aparecerá en pantalla un fragmento de un ciclo de la señal, con lo que no podemos distinguir su frecuencia. Por el contrario, cuando en la pantalla aparecen muchos ciclos de la señal periódica, nos encontramos que no podemos distinguir tampoco la frecuencia de la señal, siendo en este caso demasiado lento el barrido seleccionado.

Habiendo elegido adecuadamente el tiempo de barrido podemos determinar la frecuencia de la señal de la siguiente forma: el selector de barrido es un conmutador por pasos en el que cada uno de ellos lleva asociado un tiempo, que es el correspondiente a cada una de las diez divisiones de la retícula en sentido horizontal; en el caso de la señal de 1 kHz si la base de tiempos se encuentra en el paso de 0,1 ms aparecerá en la pantalla la señal de 1 kHz correctamente representada, ocupando un ciclo de la señal la totalidad de la pantalla.




*Existen osciloscopios con barrido retardado que manipulando dos bases de tiempo, permiten hacer aparecer en pantalla la misma señal dilatada en una de sus partes.*

# INTEGRADOS TL08X

*Los circuitos integrados monolíticos del tipo TL08X llevan en su interior amplificadores operacionales con entrada JFET, por lo que la impedancia de entrada de los mismos es altísima.*
*Esta serie es de bajo costo; los amplificadores están realizados sobre una única pastilla de silicio, cada uno de los cuales está internamente compensado en frecuencia. El margen de tensión de entrada es alto y la tensión de offset es reducida.*

La tecnología BIFET proporciona circuitos de banda ancha y velocidad de subida rápida, con corrientes de polarización, de offset y de alimentación bajas.

Está disponible como simple, doble o cuádruple amplificador operacional, denominándose TL081, TL082 y TL084 respectivamente.

Se utiliza en aplicaciones generales como amplificador operacional, especialmente en circuitos en los que se necesita alta impedancia de entrada, pudiendo sustituir ventajosamente a los integrados bipolares del tipo 741, 324, etc., con los que es compatible patilla a patilla.

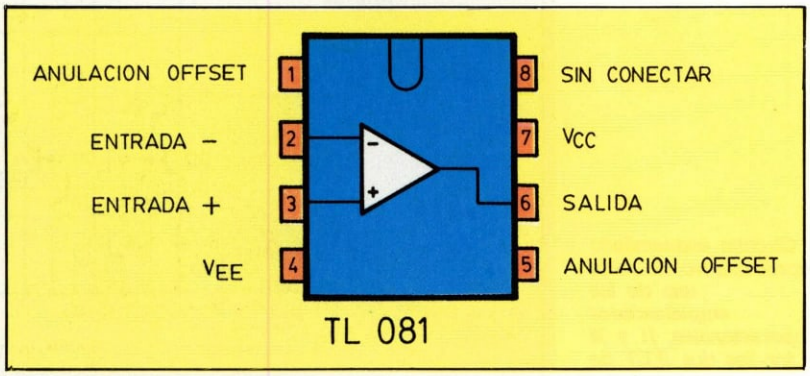
Sus características más destacadas son:

— Baja corriente de polarización de entrada (30 pA).
— Baja corriente de offset de entrada (5 pA).
— Amplio ancho de banda (3 MHz).
— Alta velocidad de subida (13 V/µs).
— Baja corriente de alimentación (1,4 mA por operacional).
— Alta impedancia de entrada ($10^{12}$ Ω).
— Compatible patilla a patilla con otros integrados bipolares.

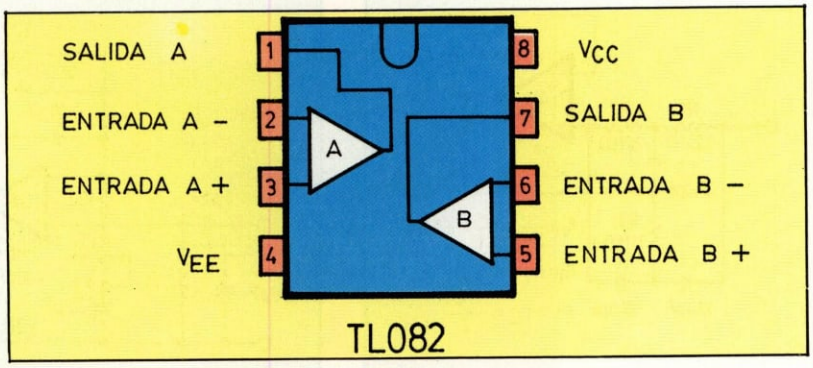
## Encapsulado

Los modelos TL081, de un solo amplificador operacional, y TL082 de dos, se presentan en el encapsulado DIL-8, cerámico (sufijo J o G) o plástico (sufijo P). El circuito TL081 dispone de dos patillas para compensación exterior del offset.

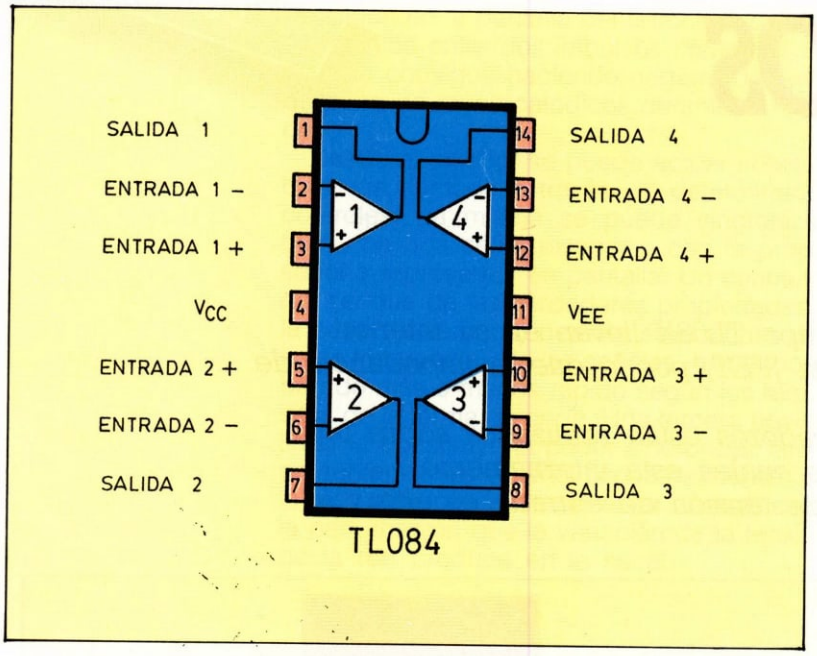
La cápsula tipo DIL-14 cerámica (J) o de material plástico (N) se utiliza para el circuito integrado TL084, que contiene cuatro amplificadores operacionales independientes.




*Encapsulado dual-in-line de 8 patillas del TL081. Dispone de dos patillas para corrección externa del offset.*




*Disposición de patillas del circuito TL082, con dos amplificadores operacionales, para una cápsula dual-in-line de 8 patillas.*

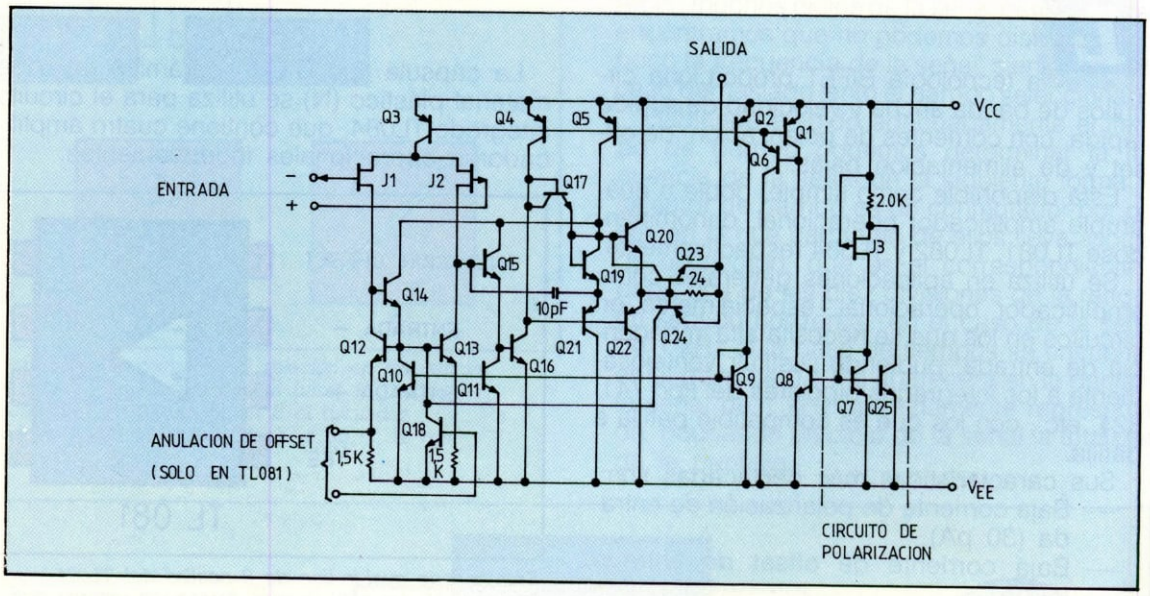



*Los cuatro amplificadores operacionales del TL084 se ubican en una cápsula dual-in-line de 14 patillas.*

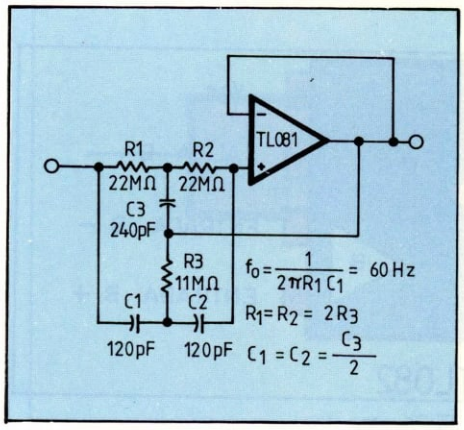
## Valores límite de funcionamiento

Tensión de alimentación: ± 18 V.
Tensión de entrada diferencial: ± 30 V.
Rango de tensión de entrada [1]: ± 15 V.
Tiempo máximo de cortocircuito a la salida [2]: continuo.
Disipación de potencia: 680 mW.
Resistencia térmica unión-ambiente: 0,1 °C/mW.
Temperatura ambiente de utilización
— especificaciones militares (−55 a 125 °C).
— especificaciones generales (0 a 70 °C).
Temperatura de almacenamiento
— especificaciones militares (−85 a 150 °C)
— especificaciones generales (−65 a 150 °C).

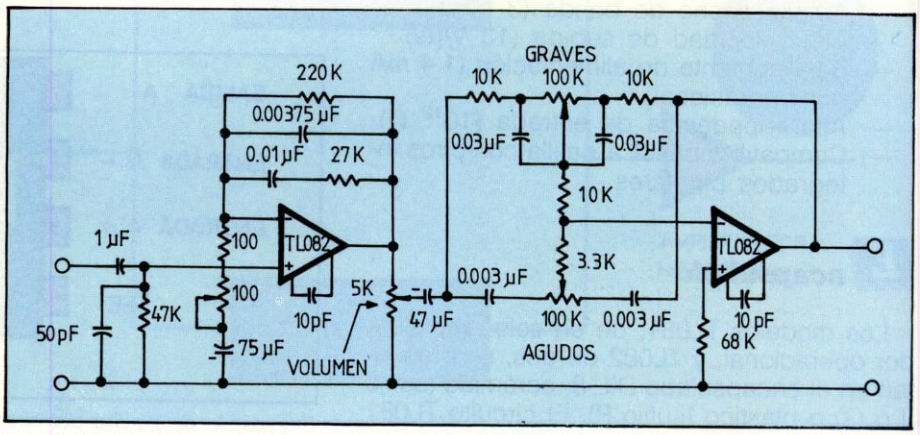
[1] En ningún caso el rango de tensión de entrada debe de ser mayor que la tensión de alimentación.
[2] Debe limitarse la temperatura, para asegurar que el circuito pueda disipar el calor que se genera en su interior.



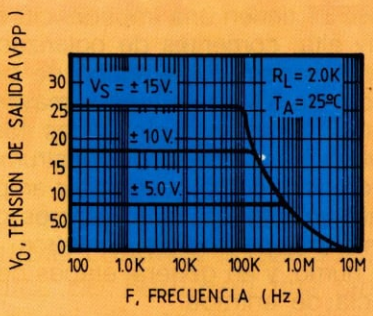

*Circuito esquemático representativo de cada uno de los amplificadores operacionales; J1 y J2 son los dos JFET de entrada.*



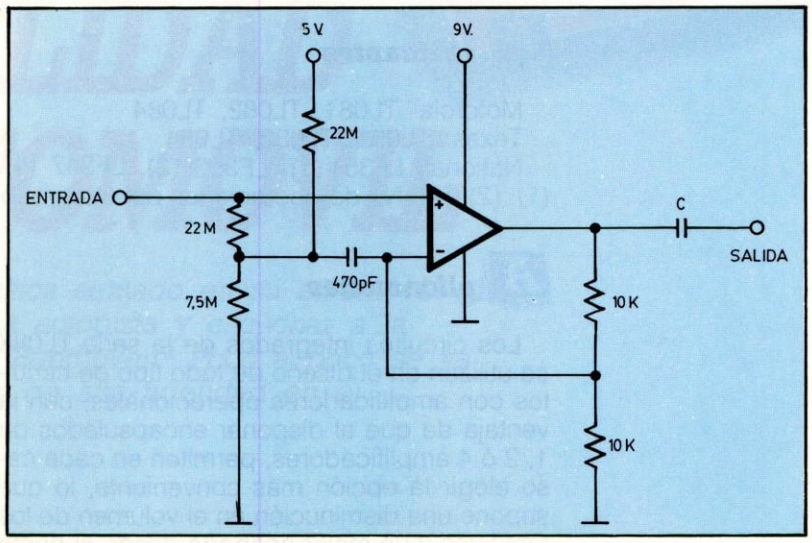

*Filtro de banda eliminada de 60 Hz.*



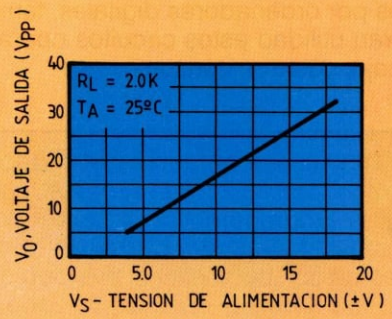

*Preamplificador de audio con ecualización RIAA, y controles de tono y volumen.*



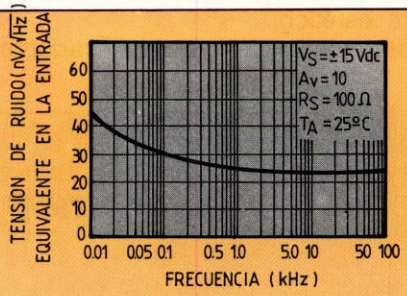

*Influencia de la frecuencia en la tensión de salida.*



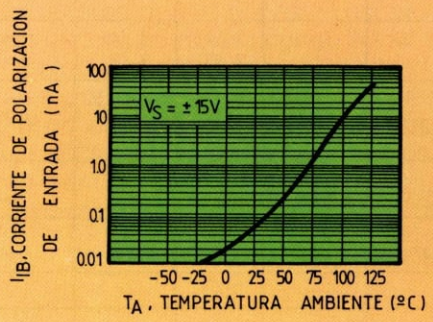

*Amplificador de alta impedancia de entrada.*



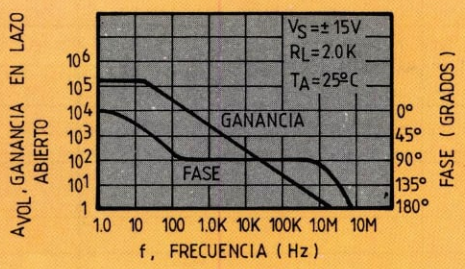

*Influencia de la tensión de alimentación en la tensión de salida.*



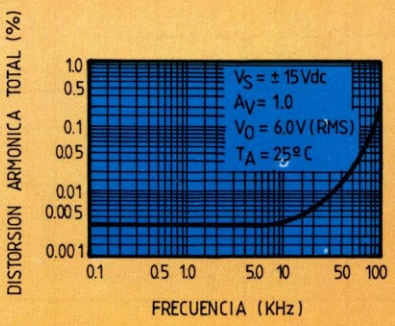

*Variación del consumo de corriente de un amplificador debida a la temperatura.*



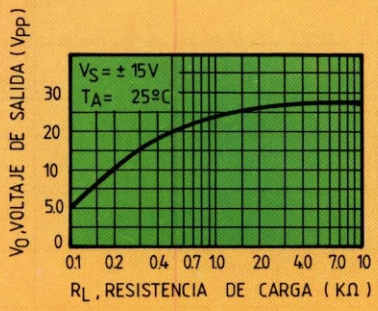

*Variación de la corriente de polarización de entrada con la temperatura.*




*Ganancia de tensión en lazo abierto y variación de fase según la frecuencia.*




*Influencia de la frecuencia de trabajo.*




*Variación de la tensión de salida debida a la resistencia de carga.*

## Fabricantes

Motorola: TL081, TL082, TL084
Texas: TL081, TL082, TL084.
National: LF351 (1), LF353 (2), LF347 (4).
(1), (2), (4): N.° de operaciones por integrado

## Aplicaciones

Los circuitos integrados de la serie TL08X se utilizan en el diseño de todo tipo de circuitos con amplificadores operacionales, con la ventaja de que al disponer encapsulados de 1, 2 ó 4 amplificadores, permiten en cada caso elegir la opción más conveniente, lo que supone una disminución en el volumen de los montajes y un mejor acabado desde el punto de vista estético.

Pueden sustituir a los amplificadores operacionales bipolares en la práctica totalidad de las aplicaciones.

Los amplificadores operacionales con entrada BIFET tienen una impedancia de entrada muy alta, corrientes de polarización muy pequeñas; además, su ancho de banda de alrededor de 5 MHz es mucho mayor que los bipolares. Estas características los hacen muy útiles para diseños de instrumentación de bajo costo, como pueden ser amplificadores para voltímetros, rectificadores de precisión, manoamperímetros óhmetros, detectores de humo, y en general etapas de alta impedancia de entrada.

Son muy utilizados en etapas de audio: preamplificadores, correctores de tono, mezcladores, ecualizadores, filtros paso banda, banda eliminada, etc.

En la adquisición de datos, para ser procesados por ordenadores digitales, también son de gran utilidad estos circuitos operacionales de bajo coste y consumo.

### CARACTERISTICAS ELECTRICAS

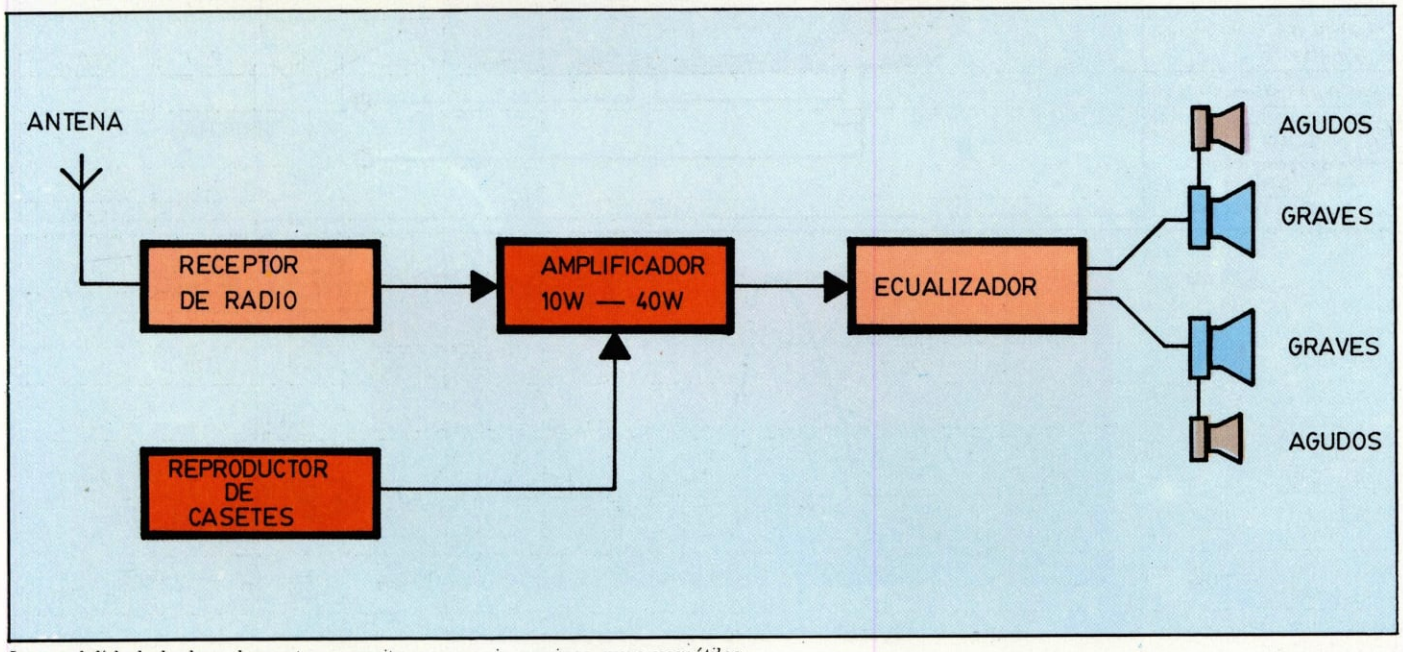
| Parámetro | Condiciones de medida | TL08X | | | TL08X A y B | | | Unidades |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Valimentación ± 15 V<br>Temperatura 25 °C | Mín | Tip | Máx | Mín | Tip | Máx | |
| Tensión de offset de entrada $V_{TO}$ | $R_S \leq 10$ K | — | 5 | 15 | — | 3 (A)<br>2 (B) | 6 (A)<br>3 (B) | mV<br>mV |
| Coeficiente de temperatura para la tensión de offset de entrada | $R_S = 50$<br>$0\ °C < T < 70\ °C$ | — | 10 | — | — | 10 | — | µV/°C |
| Corriente de offset de entrada $I_{IO}$ | | — | 5 | 200 | — | 5 | 100 | pA |
| Corriente de polarización de entrada $I_{IB}$ | | — | 30 | 400 | — | 30 | 200 | pA |
| Impedancia de entrada $R_i$ | | — | $10^{12}$ | — | — | $10^{12}$ | — | |
| Rango de la tensión de entrada en modo común | | ± 10 | +15, −12 | — | ± 11 | +15,−12 | — | V |
| Ganancia de tensión $A_{VOL}$ | $Vo = \pm 10$ V; $R_L \geq 2$ K | — | 25 | 150 | — | 50 | 150 | V/mV |
| Tensión de salida Vo | RL = 10 K | 24 | 28 | — | 24 | 28 | — | Vpp |
| Rechazo del modo común CMRR | | 70 | 100 | — | 80 | 100 | — | dB |
| Rechazo de alimentación PSRR | | 70 | 100 | — | 80 | 100 | — | dB |
| Consumo de corriente | Cada amplificador | — | 1,4 | 2,8 | — | 1,4 | 2,8 | mA |
| Ancho de banda para ganancia unidad BW | | — | 4 | — | — | 4 | — | MHz |
| Velocidad de subida (Dlew Rate) | $V_{IN} = 10$ V; $R_L = 2$ kΩ<br>$C_L = 100$ pF | — | 13 | — | — | 13 | — | V/µs |
| Tiempo de subida tr | $V_{IN} = 20$ mV; $R_L = 2$ kΩ<br>$C_L = 100$ pF | — | 0,1 | — | — | 0,1 | — | µs |
| Tensión de ruido equivalente a la entrada | $R_S = 100\ \Omega$; f = 1.000 Hz | — | 25 | — | — | 25 | — | NV/√Hz |
| Separación entre amplificadores | | — | 120 | — | — | 120 | — | dB |

# ALTA FIDELIDAD EN EL AUTOMOVIL

*¿A quién no le gusta escuchar buena música sentado en su automóvil? ¿Es incompatible conducir a 120 km/h por una autopista y escuchar a la Filarmónica de Berlín en una sinfonía de Beethoven? Poco a poco se va acercando el día en que podamos hablar de alta fidelidad en el automóvil.*

A pesar de las buenas intenciones, son muchos los factores que están en contra de una buena audición. Factores como el ruido del motor y el elevado ruido ambiente, en los que es decisiva la velocidad; los parásitos y sobre todo, el reducido espacio del habitáculo dan la medida para que el camino hacia la alta fidelidad sea más o menos largo. Una vez eliminados los parásitos, nos encontramos con la tarea de insonorizar el espacio interior. En la actualidad los coches llevan bastante camino recorrido en ese sentido. Los materiales que se usan son los apropiados: moqueta en el suelo, puertas y asientos, ya que todo el uso de materiales blandos es beneficioso para la audición, incluso los cristales, con su temida reflexión; en el caso del automóvil son menos perjudiciales que los de uso doméstico. Pero por otra parte la insonorización frente al ruido del motor y el del ambiente es todavía deficiente, por lo menos en la gama media de coches. Los motores Diesel son los que más ruido producen, en detrimento de los usuarios de estos vehículos a la hora de instalar un buen equipo.

Ya es hora de hablar de ese equipo que todos quisiéramos poseer en nuestro coche, y que por ahora nos conformamos con conocer. Hoy en día se intenta modularizar todo el equipo para poder formar una auténtica cadena. En su día se habló del receptor de radio. Veamos ahora los demás elementos.




*La modalidad de los elementos permite conseguir equipos muy versátiles. Con ello un usuario puede ir ampliando su equipo poco a poco.*

También conviene indicar que el precio de una de estas cadenas suele ser más elevado que el de una cadena doméstica.

## Reproductor de casetes

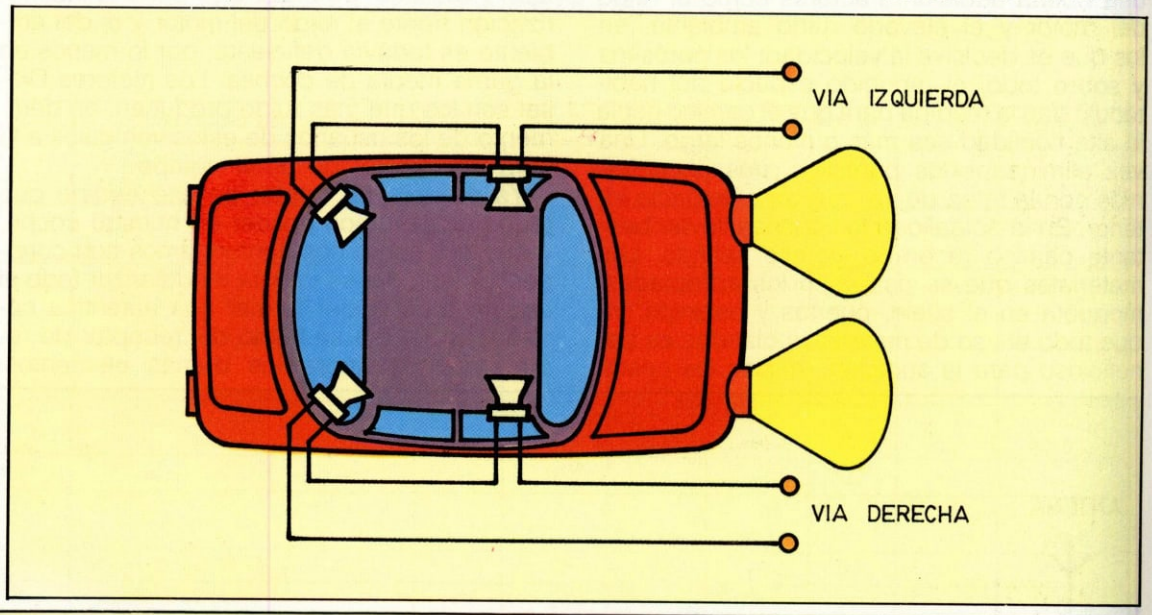
Este puede formar un bloque junto con el receptor, pero en la actualidad se tiende a separarlos. Están llegando a tal grado de calidad, que poco tienen que envidiar a los domésticos. Muchos de ellos poseen sistema Dolby de reducción de ruido, circuitos correctores de entrada dependiendo del tipo de cinta empleada (hierro, cromo o metal) y servomotor, controlado en frecuencia, para asegurar siempre una velocidad de giro constante y precisa. Todos ellos poseen sistemas de parada automática de la cinta con expulsión de la misma. Otros reproductores tienen la función «autoreverse», es decir, la cinta, al llegar al final, invierte su sentido de giro y empieza a leer la otra pista. Muchos disponen ya de mandos de avance rápido y rebobinado con enclavamiento. Algunos incluso poseen capacidad para efectuar grabación exterior, gracias a la incorporación de un micrófono.

Pero estos reproductores necesitan unas cintas de casete y si queremos una buena audición es necesario que tanto las cintas como la cabeza lectora estén en perfecto estado. La suciedad, el polvo y el calor son enemigos de las cintas. Para evitar su deterioro, debemos guardarlas en sus estuches, situándolas lejos de los altavoces, para evitar su cercanía a los imanes, que pueden estropear la grabación que contienen.

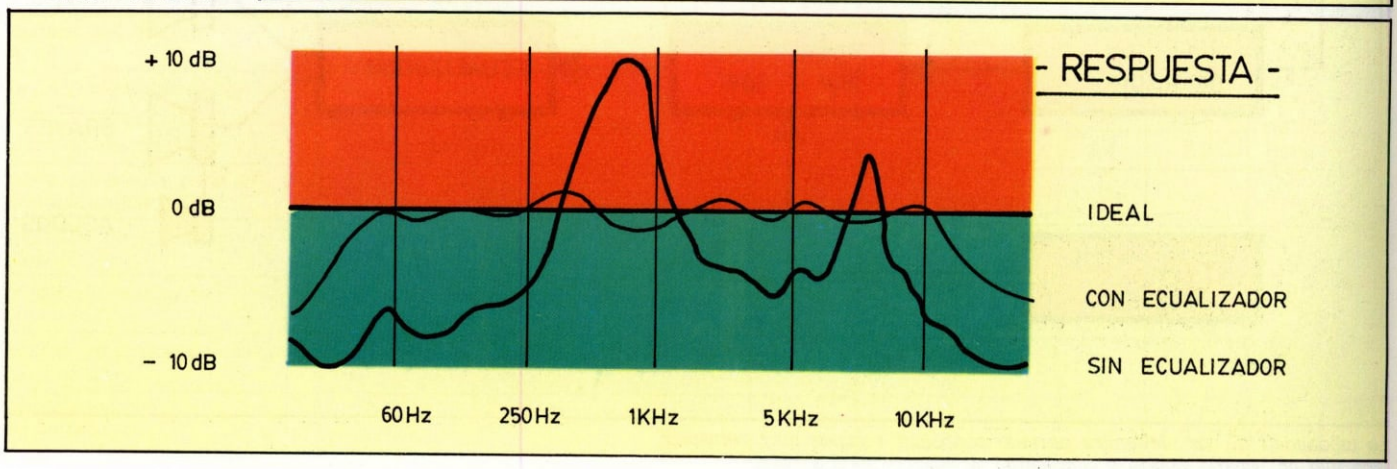
## Amplificador

Ya hemos comentado el efecto del ruido sobre la audición. Para evitar en parte este problema necesitamos un amplificador de potencia o «booster» que nos permita mantener una relación señal/ruido suficiente. Si en el receptor obteníamos potencias entre 4 y 10 W, con la inclusión de esta etapa final podemos llegar a los 40 W. Este equipo se intercala entre el receptor/reproductor y los altavoces. Su calidad viene determinada por su baja distorsión, 0,2 a 0,5 por 100, y su ancho de banda, entre 40 Hz y 15 kHz. Es importante que este ancho de banda esté en conso-

*Los equipos de cuatro altavoces permiten dirigir los sonidos más definitorios hacia cada rincón del coche, consiguiendo una buena presencia estereofónica.*




*Con el ecualizador se pueden destacar o atenuar los distintos márgenes de frecuencia. Ello permitirá adaptar el timbre a nuestro gusto personal y a las condiciones acústicas en el interior de nuestro vehículo.*



nancia con las prestaciones de frecuencia de nuestros altavoces.

## Ecualizador

Junto al «booster» aparece el ecualizador, cuya misión es compensar la respuesta, no constante en frecuencia, provocada por la distinta naturaleza de los materiales utilizados en el interior del automóvil. Para obtener esta respuesta plana necesitamos de 5 a 7 pasos de frecuencia. Su correcto ajuste es bastante complicado, requiriéndose para ello el uso de instrumentos auxiliares de audio.

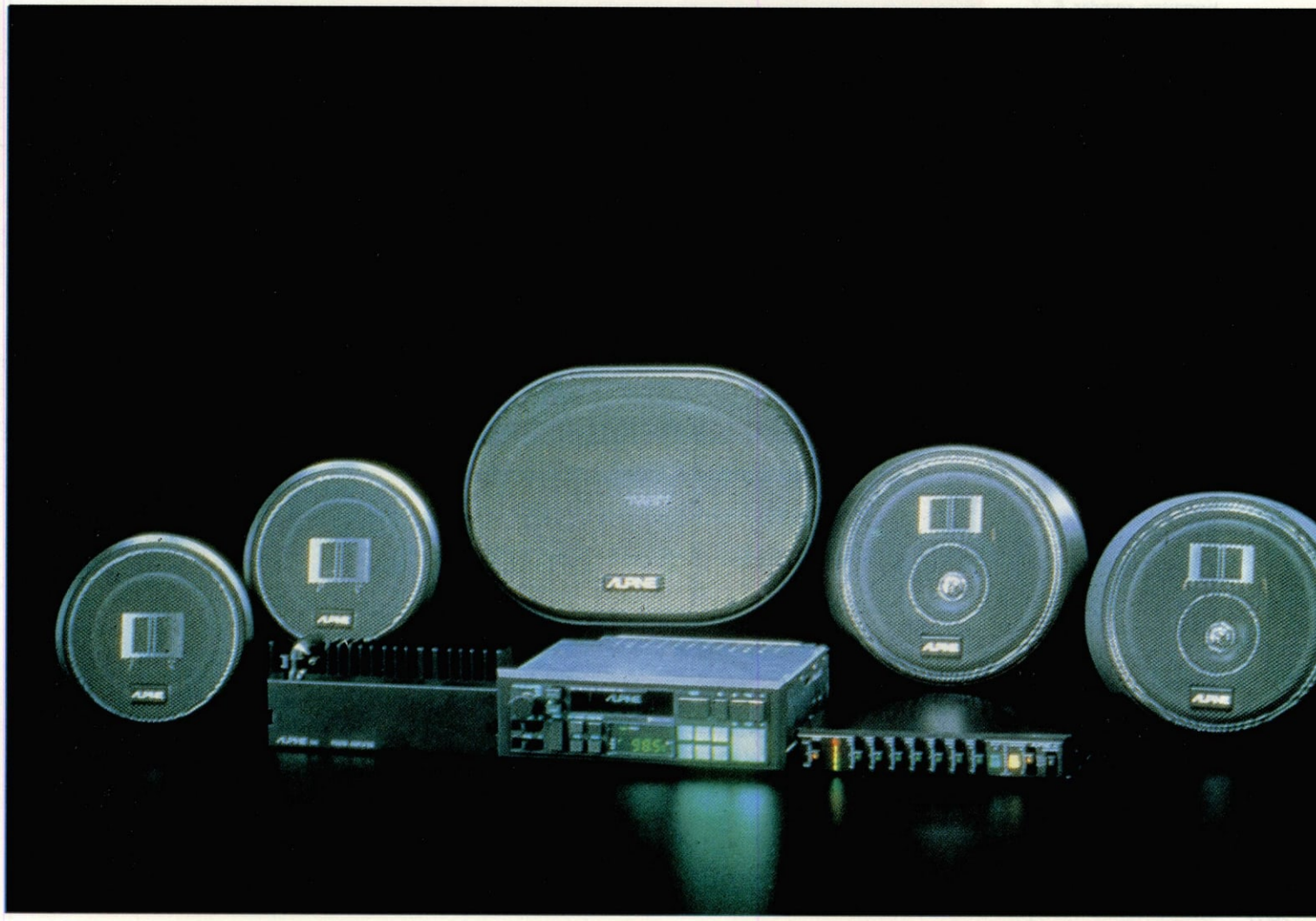
## Altavoces

Cada vehículo tiene un volumen interior diferente, un coeficiente de absorción distinto, un espacio disponible desigual, etc. Por muy bueno que sea el altavoz a instalar, no podrá abarcar toda la gama de frecuencias que el oído percibe; por ello necesitamos dos, uno grande para los graves y otro pequeño para los agudos. Puede ser aconsejable otro para las frecuencias medias.

Como en cualquier equipo doméstico, la depresión hacia atrás y la compresión hacia delante del aire tienden a establecer el equilibrio del diafragma, reduciéndose el rendimiento del altavoz. Para evitar lo expuesto debe proveerse al altavoz de una caja o pantalla que impida la acción de una onda sobre la otra, es decir, que aísle la masa de aire situada en la parte posterior del diafragma de la situada en la parte anterior. El efecto que produce la pantalla acústica se conoce con el nombre inglés de *baffle* (deflector), y con dicho nombre se bautiza normalmente a los gabinetes o pantallas acústicas.

El tamaño de estos *baffles* presenta problemas a la hora de introducirlos en el automóvil, por lo que se debe llegar a fórmulas de compromiso. Con el fin de reducir su tamaño al mínimo, los altavoces deben tener unos imanes mucho más potentes, en relación con su tamaño, con respecto a los domésticos. Así un altavoz pesado de 8″ es ideal para los graves; para los agudos será necesario uno fabricado expresamente para la reproducción de estas frecuencias.

*Un equipo completo para automóvil, con radiocasete, amplificador de potencia, ecualizador y altavoces de dos y tres vías.*

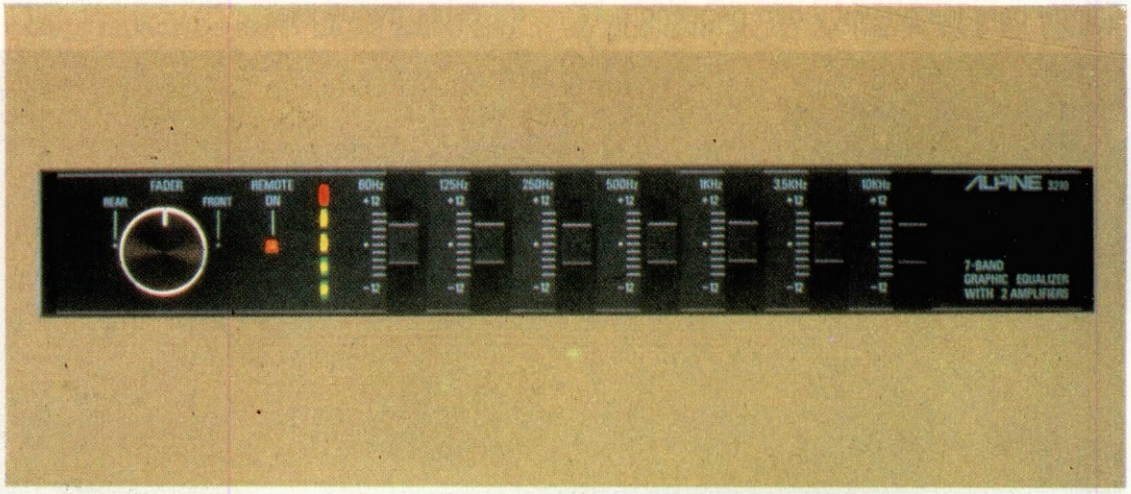


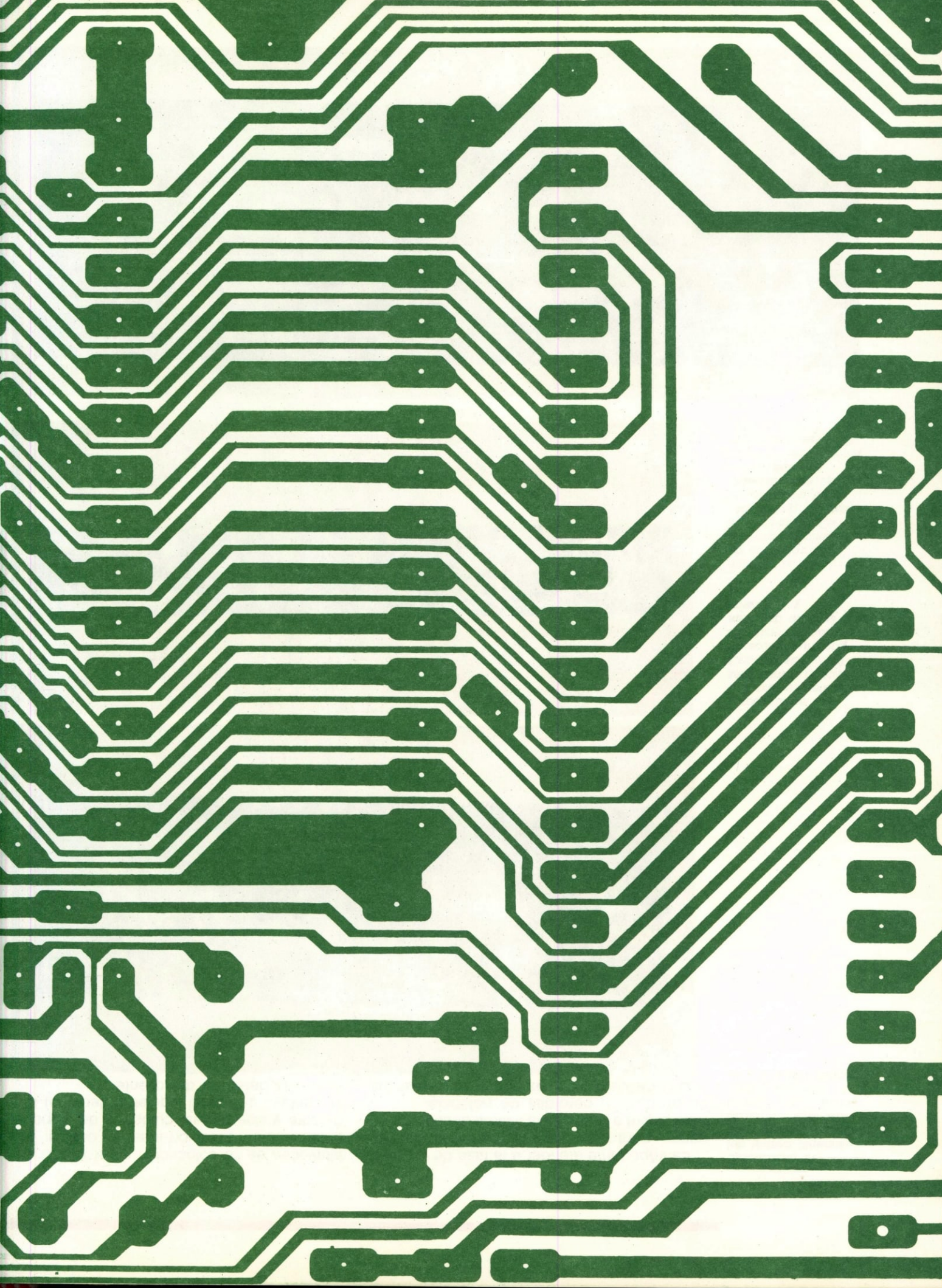
*El radiocasete, elemento central del equipo, alcanza cada día mayor nivel de prestaciones. Algunos de ellos poseen selección Dolby B y C.*

Es importante atender a la fase de los altavoces, para que todas las pantallas compriman el aire a la vez en la misma dirección y no se produzcan pérdidas de potencia.

Uno de los problemas que nos plantean los altavoces es su colocación en el interior del automóvil. La situación ideal es colocar dos delante y dos detrás, cuidando de disponer la pantalla del canal izquierdo(derecho) a la izquierda(derecha) del oyente.

*Los ecualizadores permiten regular 5, 7 e incluso 9 márgenes de frecuencia. Algunos poseen módulos de regulación separados para la parte delantera y la trasera.*




*La reciente incorporación de elementos como este «Compact-disk» al automóvil proporciona unos márgenes de calidad muy elevados, con distorsiones menores de 0,005 por 100 y respuesta entre 5 Hz y 20 kHz.*